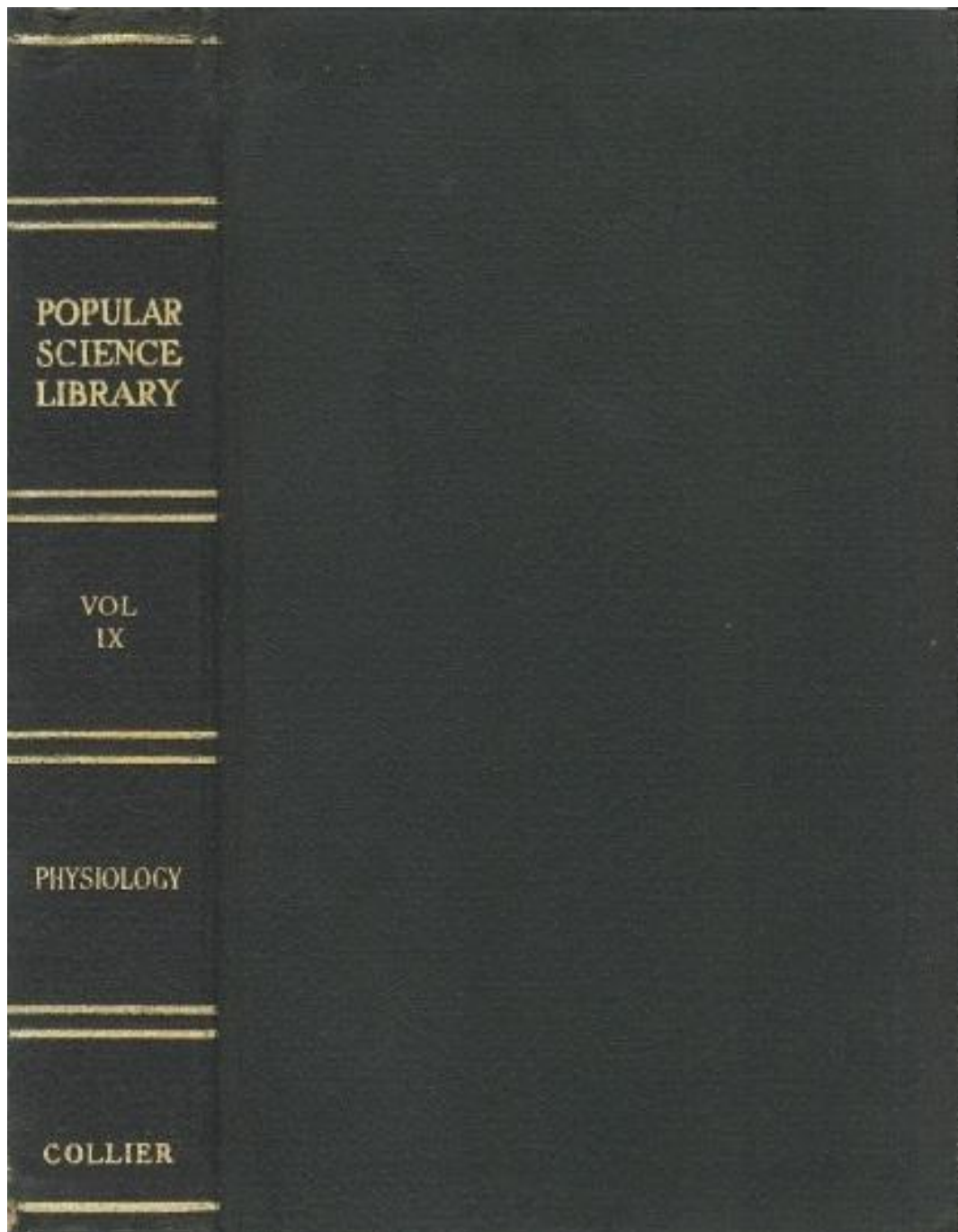


Физиология. Наука о теле

Эрнест Г. Мартин



Содержание

[ФИЗИОЛОГИЯ](#)

[ПРЕДИСЛОВИЕ](#)

[Содержание](#)

[СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ](#)

[ГЛАВА I ПРИЗНАКИ ЖИЗНИ](#)

[ГЛАВА II ПОДДЕРЖАНИЕ ЖИЗНИ](#)

[ГЛАВА III ИСТОЧНИКИ ПИЩИ](#)

[ГЛАВА IV ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ](#)

[ГЛАВА V КЛЕТКИ ТЕЛА](#)

[ГЛАВА VI ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА](#)

[ГЛАВА VII ХОДАТАЙСТВО](#)

[ГЛАВА VIII ОЩУЩЕНИЯ—ВНУТРЕННИЕ И КОНТАКТНЫЕ ОЩУЩЕНИЯ](#)

[ГЛАВА IX ОЩУЩЕНИЯ НА РАССТОЯНИИ](#)

[ГЛАВА X НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ПРОСТЫЕ НЕРВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ](#)

[ГЛАВА XI МОЗГ И СЛОЖНЫЕ НЕРВНЫЕ ПРОЦЕССЫ](#)

[ГЛАВА XII НЕКОТОРЫЕ ОСОБЫЕ НЕРВНЫЕ РЕАКЦИИ; КОНТРОЛЬ ГЛАДКИХ МЫШЦ И ЖЕЛЕЗ](#)

[ГЛАВА XIII ЖИДКОСТИ ОРГАНИЗМА](#)

[ГЛАВА XIV КОНВЕЙЕРНАЯ СИСТЕМА ТЕЛА](#)

[ГЛАВА XV СЛУЖБА СНАБЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЕМ](#)

[ГЛАВА XVI СЛУЖБА СНАБЖЕНИЯ КИСЛОРОДОМ](#)

[ГЛАВА XVII УСЛУГА ПО ВЫВОЗУ ОТХОДОВ](#)

[ГЛАВА XVIII ПОДРОБНЕЕ ОБ УПОТРЕБЛЕНИИ ПИЩИ ОРГАНИЗМОМ](#)

[ГЛАВА XIX СОХРАНЕНИЕ ТЕПЛА ЗИМОЙ И ПРОХЛАДЫ ЛЕТОМ](#)

[ГЛАВА XX УВЕКОВЕЧЕНИЕ РАСЫ](#)

[ГЛАВА XXI РЕБЕНОК И МУЖЧИНА](#)

[ПОЛНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ PROJECT GUTENBERG](#)

Электронная книга проекта "Гутенберг" по физиологии: науке о теле

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Физиология: наука о теле

Автор: Эрнест Г. Мартин

Дата выхода: 19 января 2015 г. [Электронная книга № 48024]

Последнее обновление: 24 октября 2024 г.

Язык: Английский

В титрах: Продюсерами выступили Джульет Сазерленд, Чак Грейф и команда онлайн-распространяемой корректуры на <http://www.pgdp.net>

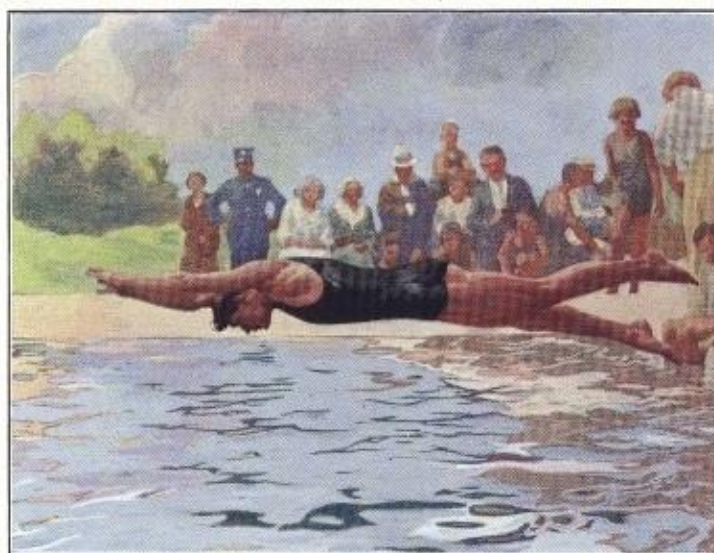
*** ЗАПУСК ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ФИЗИОЛОГИЯ: НАУКА О ТЕЛЕ" ***

Исправлены некоторые типографские ошибки; [после текста приводится список](#).

[Содержание.](#)

[Список иллюстраций.](#)

(примечание переводчика текста)



Мышечная координация

Горизонтальное погружение Вайсмюллера в бассейн.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

GARRETT P. SERVISS

АВТОРЫ

**ИППОЛИТ ГРЮНЕР · А. РАССЕЛ БОНД
Д. У. ХЕРИНГ ЛУМИС ХАВМЕЙЕР · ЭРНЕСТ Г. MARTIN
АРТУР СЕЛВИН-БРАУН · РОБЕРТ ШЕНО ГИВЛЕР
ЭРНЕСТ ИНГЕРСОЛЛ · УИЛФРЕД МЕЙСОН БАРТОН
УИЛЬЯМ Б. СКОТТ · ЭРНЕСТ Дж. ШТРЕЙБЕЛ
НОРМАН ТЕЙЛОР · ДЭВИД ТОДД
ЧАРЛЬЗ ФИТЦХЬЮ ТАЛМАН*, , РОБИН БИЧ**

**СОСТАВЛЕНО В ШЕСТНАДЦАТИ ТОМАХ
С ИСТОРИЕЙ НАУКИ, ГЛОССАРИЯМИ
И ОБЩИМ УКАЗАТЕЛЕМ**

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ



VOLUME NINE

**P. F. COLLIER & SON COMPANY
NEW YORK**

Компанией P. F. Collier & Son Company
ПРОИЗВЕДЕНО В США

.

ФИЗИОЛОГИЯ

НАУКА О ТЕЛЕ

BY ERNEST G. MARTIN

PROFESSOR OF PHYSIOLOGY, STANFORD UNIVERSITY



КОМПАНИЯ P. F. COLLIER & SON,
НЬЮ-ЙОРК

ПРЕДИСЛОВИЕ

Когда Александр Поуп писал “Правильное изучение человечества - это человек”, он думал скорее о человеке как о социальном существе, чем как об обладателе удивительно сложного и интересного тела. Тем не менее верно, что для того, кто находит удовольствие в изучении сложных механизмов, или для того, для кого привлекательна та удивительная последовательность событий, которую мы называем жизнью, нет более увлекательного занятия, чем изучение живого тела. Та часть изучения тела, которая касается в первую очередь деятельности и лишь во вторую очередь формы и строения, составляет науку физиологию. То, как работает тело, является центральной темой.

Практическая ценность физиологии для широкого круга читателей заключается в том факте, что она составляет основу всех разумных правил гигиены. Жизнь состоит из физических действий, которые могут выполняться правильно или неправильно. При правильном ведении они означают здоровье, при неправильном - нездоровье. Мир наводнен системами сохранения или восстановления здоровья, навязываемыми общественности, по большей части, промоутерами в поисках выгоды. Те из них, которые заслуживают внимания, основаны на определенных физиологических принципах, и любой, кто обладает практическими знаниями о своем собственном теле, основанными на здравом смысле, может организовать свою жизнь в соответствии с ними с минимальными затратами или вообще без них. Более того, глубокое понимание физиологии подтверждает истину о том, что, когда организм действительно выходит из строя, его восстановление можно безопасно доверить только должным образом подготовленному врачу: мужчине или женщине, которые за годы кропотливого изучения достигли понимания тонкостей человеческого механизма и чье честное понимание трудностей своей профессии и мужественная искренность в борьбе с ними в полной мере оправдывают доверие, которым они пользуются в своем сообществе.

ЭРНЕСТ Г. МАРТИН.

Содержание

ГЛАВА

СТРАНИЦА

I. ПРИЗНАКИ ЖИЗНИ	9
II. ПОДДЕРЖАНИЕ ЖИЗНИ	18
III. ИСТОЧНИКИ ПИЩИ	24
IV. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	31
Ст. КЛЕТКИ ОРГАНИЗМА	41
VI. ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ КАРКАС	53
VII. ДВИЖЕНИЕ	73
VIII. ОЩУЩЕНИЯ—ВНУТРЕННИЕ И КОНТАКТНЫЕ ЧУВСТВА	86
IX. ОЩУЩЕНИЯ—ЧУВСТВА НА РАССТОЯНИИ	96
X. НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ПРОСТЫЕ НЕРВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ	122
XI. МОЗГ И СЛОЖНЫЕ НЕРВНЫЕ ПРОЦЕССЫ	139
XII. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЫЕ НЕРВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ; КОНТРОЛЬ ГЛАДКИХ МЫШЦ И ЖЕЛЕЗ	155
XIII. ЖИДКОСТИ ОРГАНИЗМА	173
XIV. КОНВЕЙЕРНАЯ СИСТЕМА КУЗОВА	191
XV. СЛУЖБА СНАБЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЕМ	226
XVI. СЛУЖБА СНАБЖЕНИЯ КИСЛОРОДОМ	253
XVII. УСЛУГА ПО ВЫВОЗУ МУСОРА	271
XVIII. ПОДРОБНЕЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПИЩИ ОРГАНИЗМОМ	277
XIX. СОХРАНЕНИЕ ТЕПЛА ЗИМОЙ И ПРОХЛАДЫ ЛЕТОМ	305
XX. УВЕКОВЕЧЕНИЕ РАСЫ	324
XXI. РЕБЕНОК И МУЖЧИНА	345

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

ЫШЕЧНАЯ КООРДИНАЦИЯ —ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ПОГРУЖЕНИЕ ВАЙСМЮЛЛЕРА В
БАССЕЙН

Фронтиспис

ОБРАЩЕННЫЙ К
СТРАНИЦЕ

ОТРУДНИЧЕСТВО ФАБРИКИ В СОДЕЙСТВИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ, СОТРУДНИКАМ
С НЕДОСТАТОЧНЫМ ВЕСОМ ДАЮТ МОЛОЧНЫЙ ЛАНЧ

32

ПРОВЕРКА ВЕСА ПРИ ФИЗИКАЛЬНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ РЕБЕНКА, ЧТОБЫ ОПРЕДЕЛИТЬ,
НАСКОЛЬКО РЕБЕНОК ПРИБЛИЖАЕТСЯ К ПРАВИЛЬНЫМ СТАНДАРТАМ ФИЗИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ

33

РАНЦУЗСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ФОРМЫ, СЧИТАЮЩИЙСЯ ЦЕННЫМ
ПРИ КОНСУЛЬТИРОВАНИИ И ТРЕНИРОВКЕ СПОРТСМЕНОВ

64

ИЗГИБ ПОЗВОНОЧНИКА ИЗМЕРЯЕТСЯ И РИСУЕТСЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

65

СПОРТСМЕНА	
Бышечное развитие спортсмена—метателя диска о Майроне	80
Современная “Победа” —мисс Саби в Practice	81
Больница спроектирована так, чтобы обеспечить максимум света и воздуха — главные предпосылки для здоровья — в каждой палате	96
План архитектора разработан с учетом потребности в свете и воздухе	97
Легкие, успокаивающие цвета больничной палаты	112
Магнит, используемый для удаления железных опилок из глаз	113
Есть на артериальное давление	192
Есть на Индикан при анализе мочи	193
Микроскопическое исследование мочи. кровь	208
Микрофотография ткани головного мозга	209
Рентген зубов и челюсти - здоровье часто зависит от их хорошего состояния	224
Исследование горла — важно для определения физического состояния	225
Убежденный перерыв во французской школе, где физические упражнения, жизнь на свежем воздухе, солнечный свет и свежий воздух считаются необходимыми	288
Диетическая кухня на корабле—госпитале США	289
Ход за ушами - важен как для взрослых, так и для младенцев	336
Отпечатки пальцев ребенка - средство положительной идентификации	336
Физически и умственно активных младенцев	337

ГЛАВА I

ПРИЗНАКИ ЖИЗНИ

ФИЗИОЛОГИЯ - это изучение живых существ, поэтому первое, о чем следует спросить, когда мы начинаем думать о физиологии, - это как мы можем узнать, живо что-либо или нет. Обычно довольно легко определить, жива собака или кошка или мертва, хотя иногда, когда собака растягивается на дороге, нам приходится присмотреться повнимательнее, чтобы определить, встретила ли она уже свой конец или просто ухаживает за ним, ночуя на шоссе общего пользования. В мире существует множество животных, с которыми мы не знакомы, и определить, живы они или мертвы, часто бывает непросто. Не один участник пикника был сильно удивлен, увидев, как нечто, похожее на сухую ветку, начинает удаляться, и узнал трость для ходьбы. В целом мы согласимся, что признаком жизни, который мы находим наиболее надежным, является какое-либо движение со стороны живого животного. Если растянувшаяся собака делает дыхательные движения, мы объявляем ее живой; если нет, мы решаем, что она мертва. Мы знаем, что трость отходит в сторону, когда ее потревожили. Но хотя движение - это то, что мы ищем в живых животных, мы прекрасно знаем, что было бы глупо утверждать, что все, что движется, является живым. Когда дует ветер, воздух может быть полон мертвых листьев и бабочек, все они движутся, но только часть, бабочки, живые. Если движение не производится самим животным, оно не является хорошим признаком жизни. Среди животных так широко распространено совершение движений либо самостоятельно, либо при потревоженном поведении, что мы не часто ошибемся, если решим, что объект, который остается спокойным неопределенное время, не является живым животным. Теперь как насчет другой стороны вопроса? Следует ли считать живым все, что движется само по себе или когда его потревожили?

Предположим, что обитателям Марса наконец удалось усовершенствовать летающую лодку, которая может быть герметично закрыта и перенесена через космос с этой планеты на нашу землю. Предположим далее, что первая исследовательская группа отправилась в путешествие с целью открытий и достигла точки высоко в нашем небе, с которой начинают различимы объекты на поверхности земли. Конечно, огромные достопримечательности - города, озера и реки - были видны уже давно, и теперь исследователи ищут признаки живых существ. Они точно так же, как и мы, наблюдают за движущимися объектами. Первым движущимся объектом, который они увидят, вероятно, будет поезд, и мы можем представить себе их рассуждения относительно того, действительно ли они смотрят на жителя земли. По мере того, как их аппарат опускается на поверхность, становится заметен внешний вид поезда, а также тот факт, что он движется по рельсам, показывая, что это механическое устройство, а не живое существо. Когда в поле зрения появляются объекты меньшего размера, видны движущиеся черные блестящие пятнышки. Они демонстрируют все признаки жизни; они появляются и останавливаются; беспрепятственно проходят друг мимо друга; фактически ведут себя примерно так, как обычно ведут себя животные. Если их кажущаяся огромная мощь обескуражит исследовательскую группу, так что они откажутся от дальнейших исследований и улетят на Марс, жители этой планеты всегда будут предполагать, что земля населена автомобилями. Мы знаем, что автомобили неживые, но, как показывает эта маленькая аллегория, они ведут себя достаточно похоже на живые существа, чтобы вводить в заблуждение далеких наблюдателей. Должен быть какой-то признак жизни, который применим к животному, а не к автомобилю; что это? Очевидно, что марсианские исследователи упустили из виду тот факт, что автомобиль на самом деле не заводится и не останавливается сам по себе и не объезжает препятствия. Если бы он был живым, он бы сделал все это сам. Таким образом, не столько сила движения доказывает, что существо живое, сколько способность совершать движения, которые находятся под контролем самого животного.

Вид автомобиля, который не является живым и ведет себя так, как будто им управляет живой водитель, может натолкнуть нас на вопрос, действительно ли животное, о котором мы знаем, что оно живое, живо во всех своих частях, или это какой-то мертвый механизм, у которого где-то внутри есть живой контроллер, соответствующий живому водителю автомобиля. Животные, с которыми мы больше всего знакомы, - это мы сами; как обстоит дело с нашими собственными телами? Являются ли они живыми во всех своих частях, или мозг - единственная живая часть нас? Когда пациент лежит на операционном столе под действием эфира или даже когда он крепко спит, признаки жизни не проявляются; сердце, конечно, продолжает биться, но точно так же продолжает работать двигатель автомобиля, когда водителя нет, при условии, что он его не выключил. Излюбленным верованием индусов является то, что когда они впадают в транс, тело на самом деле становится безжизненным, в то время как живой дух парит среди высот. Как нам решить, правы индуисты или нет? Очевидно, нам придется заглянуть глубже, чем мы делали до сих пор, и узнать кое-что о том, что на самом деле происходит в различных частях нашего тела, когда мы спим и когда бодрствуем.

Почти каждый изучает в школе основные факты о строении тела; что существует костный скелет, который поддерживает более мягкие части; что движения совершаются мышцами; что органы чувств сообщают нам о том, что происходит в окружающем мире; что мозг является средоточием ума; что сердце, легкие, желудок, почки и другие органы различными способами вносят вклад в наше благополучие. Не так много людей вдаются в подробности устройства этих органов или в то, как они выполняют свою работу. Это непростой вопрос по нескольким причинам. Во-первых, конструктивные элементы настолько крошечные, что их невозможно увидеть невооруженным глазом, но их необходимо изучать под большим увеличением первоклассного микроскопа. Гораздо труднее разобраться в механизмах, работающих на крошечных деталях, чем в тех, которые имеют удобный размер. Когда части столь же малы, как те, из которых состоит наше тело, задача выяснить, как они работают, настолько сложна, что даже сейчас, после многих лет изучения, остается много деталей, о которых мы знаем очень мало.

Строительные единицы были названы клетками. У некоторых крошечных животных все тело состоит всего из одной клетки; у всех высших животных, включая нас самих, тело состоит из миллионов клеток. Несомненно, некоторые клетки живые; наш вопрос заключается в том, все ли они живые, или есть какие-то живые, а какие-то нет. Есть части нашего тела, а также тел почти всех других видов животных, которые определенно не являются живыми. Примерами могут служить волосы, ногти, зубная эмаль и твердые части костей. Настоящие живые организмы очень мягкие и жидкие. Он слишком хрупкий, чтобы поддерживать свою собственную структуру, за исключением самых крошечных животных; те, что покрупнее, нуждаются в каком-то дополнительном поддерживающем каркасе. В теле такого размера, как у мужчины, поддерживающий каркас составляет очень значительный процент от общего веса (25 процентов). Существует не только крупный костный скелет, но и между отдельными клетками имеется каркас, состоящий из тонких волокон и пластинок, которые удерживают клетки на месте. Этот последний каркас называется соединительной тканью; мы встречаем его в хрящеватых частях мяса. Из него получается волокнистая масса, которая прилипает к режущему устройству мясорубки, когда говядину измельчают для стейка по-гамбургски. Позже мы рассмотрим, как изготавливается и укладывается весь этот вспомогательный материал. Как раз сейчас нас интересуют клетки и определение того, все ли они живые или нет.

В организме много различных видов клеток; некоторые из них - мышечные, другие - нервные, третьи - клетки желез и так далее. Однако тщательное изучение показывает, что в основе своей все клетки одинаковы. Все они состоят из одного вида вещества, которому было дано название протоплазма, что означает "первая или первичная плоть". Именно потому, что, по крайней мере, часть этой протоплазмы живая, наши тела живы, и наша физическая жизнь состоит не что иное, как совокупная жизнь всей живой протоплазмы, которая содержится в наших телах. Существует ли какой-либо способ определить, является ли какая-либо конкретная масса протоплазмы живой

или нет? Другими словами, каковы признаки жизни протоплазмы в отличие от признаков жизни целых животных?

Вряд ли мы ожидаем, что определить, является ли крошечная масса протоплазмы, которую мы называем клеткой, живой или нет, будет так же просто, как решить, жива собака или мертва. Во-первых, наш самый полезный тест на жизнедеятельность, а именно движение, не всегда может быть применен к отдельным клеткам. В нашем теле очень много клеток, в том числе и в мозге, которые, как мы знаем, живы, если вообще жива какая-либо часть нас, но, если не считать чрезвычайно постепенных изменений положения, происходящих во время роста, клетки мозга вообще никогда не совершают никаких движений, насколько кому-либо когда-либо удавалось выяснить. Конечно, в теле любого обычного животного большинство клеток скрыто от глаз под кожей, но существует достаточно маленьких прозрачных животных, внутренние части которых можно разглядеть в микроскоп, чтобы мы могли с уверенностью сказать, что некоторые из клеток, которые, как мы знаем, живые, не двигаются. Тесты на жизнеспособность, которые могут быть применены ко всем видам клеток, неизбежно будут сложными в использовании, и нам придется поверить на слово экспертам относительно того, нашли ли они конкретные клетки живыми или нет, но принцип, на котором основаны тесты, достаточно прост, чтобы мы могли его изучить. Чтобы сделать это, необходимо ненадолго обратить наше внимание на некоторых из самых крошечных из всех живущих животных, тех, все тело которых состоит всего из одной клетки.

Когда за этими крошечными одноклеточными животными наблюдают в микроскоп, когда они плавают, можно увидеть, что в одном важном аспекте они ведут себя точно так же, как и мы сами; это их забота о том, чтобы не пренебрегать временем приема пищи. Разумеется, время приема пищи наступает для них всякий раз, когда им случается наткнуться на какую-нибудь более мелкую частицу, чем они сами, которую они могут проглотить и переварить. Но для них, как и для нас, время от времени принимать пищу - жизненная необходимость. Только небольшая часть потребляемой таким образом пищи постоянно добавляется к основной массе животного. Другими словами, рост происходит не так быстро, как при приеме пищи. Конечно, у нас самих, после того как мы достигли полного размера, постоянный объем тела практически не увеличивается, даже если мы продолжаем правильно питаться. Очевидно, что у крошечных одноклеточных животных, как и у нас, пища постоянно используется для чего-то еще, помимо роста. Можно доказать, что эти продукты питания используются точно для той же цели, что и бензин в автомобиле, а именно для запуска машины. В самом реальном смысле каждое живое существо является машиной и будет работать без источника питания не больше, чем любая другая машина. С инженерной точки зрения животных можно классифицировать наряду с автомобилями и локомотивами как "первичные двигатели", а именно как машины, которые развивают свою мощь внутри себя. Существует не так много видов энергии, которые могут вырабатываться первичными двигателями. Безусловно, самым распространенным является то, что наблюдается в локомотивах и автомобилях, а именно сжигание какого-либо вида топлива. Мы всегда знали, что локомотив работает за счет сжигания угля или масла в топке. Минутное размышление покажет нам, если мы еще не осознали этого раньше, что взрыв газовоздушной смеси в автомобильных баллонах - это тоже горение. Мощность каждой паровой электростанции зависит от сжигания топлива. Очевидно, что топливные материалы содержат много энергии, если ее можно извлечь, а сжигание - хороший метод для ее извлечения. Слово "горение" - это общее название химического процесса, известного технически как "окисление", что означает соединение кислорода с топливом. Воздух на одну пятую состоит из кислорода, поэтому его достаточно, и топливо обычно легко окисляется после правильного запуска.

Животные не только соответствуют другим машинам в использовании топлива в качестве источника энергии; они соответствуют также и в том, что энергия извлекается в процессе окисления. Конечно, окисление у животных не сопровождается пламенем и дымом, как это обычно бывает на электростанциях, и никакие части тела животного не нагреваются так сильно, как в печи, где обычно сжигается топливо; но, несмотря на эти различия, фундаментальный факт

остается тем же, а именно, что извлечение энергии происходит посредством окисления. Это показывает, что сильный нагрев, пламя и дым необходимы не для окисления, а только для тех видов окисления, с которыми мы наиболее знакомы.

Как только мы опишем еще одну особенность развития силы у животных, мы будем готовы применить сказанное к рассматриваемой теме, а именно к признакам жизни в отдельных клетках. Остается подчеркнуть, что в живых клетках выработка энергии должна продолжаться постоянно, независимо от того, активна клетка или нет. Это означает, что топливо постоянно сжигается, а кислород постоянно поступает для горения. Было и до сих пор остается много споров о том, насколько можно снизить уровень окисления в живых клетках без разрушения жизни. Очевидно, что его можно сократить до действительно очень низкого уровня, поскольку семена остаются живыми в течение многих лет, не израсходовав и даже заметно не истощив запасы горючего материала, которые они содержат. Большинство ботаников современности сомневаются в правдивости рассказа о том, что зерна пшеницы проросли после того, как их извлекли из обертки мумий, где они пролежали тысячи лет. Были предприняты тщательные усилия, чтобы сохранить пшеницу в таких благоприятных условиях, какие существовали при упаковке мумие, но в каждом случае способность прорасти терялась в течение сравнительно нескольких лет. Насколько позволяет судить эксперимент, полное прекращение выработки энергии в клетках как растений, так и животных означает их гибель.

Здесь мы имеем наш признак жизни, который применим ко всем видам клеток, где бы они ни находились, независимо от того, составляют ли они целое микроскопическое животное или глубоко внедрены в тело крупного животного, которое состоит из миллионов таких клеток. Если происходит выработка энергии, клетка жива; если энергия не вырабатывается, клетка неживая. Когда применяется этот тест, обнаруживается, что все протоплазматические клеточные массы, присутствующие в теле растения или животного, являются живыми, и поскольку такие массы находятся повсюду по всему телу, жизнь присутствует во всех его частях, а не ограничивается мозгом или какой-либо другой отдельной областью. Мы могли бы признать, что индуисты правы, предполагая, что дух иногда может воспарить и оставить безжизненное тело позади, но мы не можем допустить возможности того, что он может вернуться и снова установить в нем жизнь. Когда жизнь возобновляется после транса, этот факт является положительным доказательством того, что жизнь продолжалась на протяжении всего транса.

ГЛАВА II

ПОДДЕРЖАНИЕ ЖИЗНИ

ЕСамое важное для того, чтобы быть живым, - это способность продолжать жить; поэтому, описав признаки жизни, наша следующая задача - рассмотреть, как эта жизнь поддерживается. Когда основным фактом жизни было названо непрерывное развитие силы, был заложен фундамент для этой темы, поскольку жизнь не может не продолжаться, если поддерживается непрерывное развитие силы.

Развитие энергии у живых животных, как и у локомотивов, зависит от топлива и кислорода; очевидно, что для продолжения жизни необходимо обеспечивать их непрерывное поступление. Живое животное отличается от локомотива вот чем: в то время как кто-то заботится о снабжении локомотива топливом, большинству живых животных, за исключением самых молодых, приходится самим обеспечивать себя. Из этого правила есть исключения. Ленточные черви, обитающие в кишечнике животных, а иногда и человека, живут в потоке пищи; им не составляет труда добыть ее. То же самое верно для многих видов паразитов. Однако, за исключением этого, верно и то, что животные должны заботиться о своих собственных потребностях. Теперь мы начинаем понимать полезность наиболее заметного признака жизни, о котором говорилось в первой главе, а именно движения, поскольку пищу нужно добывать там, где она есть; в ней плавают только ленточные черви и подобные им животные. Все остальные, включая нас самих, должны идти туда, где есть еда. Даже такие животные, как устрицы, которые привязаны к камням, вынуждены использовать движение для добывания пищи. В их случае движение заключается в создании течения в морской воде, поступающего в их тела и проходящего через них, из которого они отсеивают мельчайшие частицы пищи, которыми изобилует океан.

Если животному посчастливилось жить в океане, где каждая капля содержит одну-две частицы пищи, и особенно если животное маленькое или вялое, как устрица, почти любое движение послужит тому, чтобы доставить животному всю необходимую пищу. Простейшие из одноклеточных животных, за поведением которых нужно наблюдать в микроскоп, бесцельно слоняются и в процессе своего блуждания натываются на частицы пищи достаточно часто, чтобы оставаться сытыми. Если животному посчастливилось жить там, где пищи меньше, или если оно крупное и активное и поэтому должно иметь большое количество пищи, бесцельное блуждание по окрестностям никогда не даст ему достаточно, чтобы сохранить жизнь. У него должен быть какой-то способ узнать, где находится еда. Поскольку мы сами относимся к животным, чьи потребности в пище настолько велики, что мы должны находить запасы пищи и не зависеть от того, что с ними случится, мы можем определить в себе средства, которые используются для этого. Все мы знаем, что наши органы чувств, глаза, уши, нос и кончики пальцев - это то, от чего мы зависим в том, что касается указания нам, где можно найти пищу. То же самое верно для всех животных, способных охотиться ради пропитания; у них есть своего рода органы чувств, которые помогают им ориентироваться там, где находится пища.

История механизма для поиска пищи еще не совсем завершена, поскольку мышцы, которые фактически совершают движения, с помощью которых животное передвигается, находятся в одной части тела, в то время как органы чувств, которые должны предоставлять информацию, с помощью которой управляются движения, находятся совсем в другой части, и у животных размером с нас, на некотором расстоянии. От наших глаз до мышц ног довольно большое пространство, и очевидно, что это пространство должно быть каким-то образом перекрыто, если наши ноги должны двигаться, повинаясь информации, которую приносят наши глаза. У нас самих и почти у всех других животных это пространство перекрыто с помощью специального механизма для этой цели. Мы знакомы с ним под названием нервной системы. Возможно, у нас не было привычки думать о нервной системе именно таким образом, но, по сути, это именно то, что

нервная система делает для нас, а именно направляет наши мышцы в соответствии с информацией, поступающей от наших органов чувств. В нервной деятельности есть нечто большее, чем просто это, но это отправная точка и фундамент для всего остального, как мы сейчас попытаемся показать.

Непрерывные запасы продовольствия являются основной необходимостью для продолжения жизни, но есть и некоторые другие вещи, на которые следует обращать внимание в дополнение. Любимой пищей для большого количества животных, и, действительно, во многих случаях единственной пищей, являются тела других животных. Все плотоядные виды охотятся на других животных ради своей пищи. Это вынуждает других животных защищаться, так что большая часть их деятельности заключается в том, чтобы спастись от нападений зверей, которые хотят их съесть. У большинства видов животных большая часть их бодрствующей жизни занята движениями, которые служат либо для того, чтобы добыть им пищу, либо для того, чтобы помешать им стать пищей для других. Если мы добавим к этому действия, необходимые для защиты животных от других видов опасности, помимо опасности быть съеденными, и те, которые связаны с размножением и заботой о потомстве, мы почти исчерпаем список того, что мы можем назвать серьезной деятельностью животных, а также людей. Многие виды активны не только в игре. Это особенно верно в отношении молодых животных, хотя взрослые, как среди животных, так и среди людей, находят игру приятной и полезной, если не злоупотреблять ею.

Защитные движения должны выполняться даже более точно, чем те, целью которых является получение пищи, поскольку, если еда пропущена при одном усилии, другое усилие может быть более успешным, но если попытка убежать провалится, шансов на попытку, вероятно, больше не будет. Следовательно, органы чувств и нервная система так же глубоко заинтересованы в предотвращении вреда, как и в поиске пищевых материалов, и для них так же важно хорошо выполнять свою работу как в одном, так и в другом случае. Когда мы думаем о деятельности животных, с какой бы целью она ни осуществлялась, мы должны думать о ней как о состоящей из совместных действий мышц, нервов и органов чувств, а не о том, что какие-либо из них работают сами по себе.

Эти части нас, которые так тесно связаны с поддержанием нашей жизни, добывая нам пищу и оберегая нас от вреда, также составляют единственные части нас, которые действительно участвуют в том, что мы можем назвать сознательной жизнью. Когда мы дойдем до этого вплотную, мы могли бы пощадить другие наши органы — сердце, легкие, желудок и все остальное — и никогда не упускать их из виду, поскольку речь идет о том, чтобы что-то добавить к нашему счастью. На самом деле, чем меньше эти органы привлекают наше внимание, тем лучше для нас; только когда мы болеем, мы начинаем думать о них. Конечно, они нам абсолютно необходимы, и мы бы мгновенно умерли, если бы один из наиболее важных из них перестал работать, но роль, которую они играют, не является той, которая активно проникает в наше сознание, как это делают мышцы, нервы и органы чувств.

Естественно, мы спросим, для чего нужны все эти другие органы, если они не участвуют в нашей сознательной жизни. Почему мы не можем ужиться только с теми, кого используем для добывания пищи, предотвращения вреда, игр и других видов деятельности, которые они выполняют? Ответ на этот вопрос содержится в факте, подчеркнутом выше, что непрерывное развитие энергии необходимо для продолжения жизни. Сами по себе мышцы, нервы и органы чувств не могут продолжать развитие силы; для этого им требуется помощь очень многих других органов. Как именно работают эти другие органы, будет описано позже; сейчас будет достаточно вспомнить, что каждая мышца, каждый нерв и каждый орган чувств на самом деле состоят из огромного множества крошечных строительных единиц — клеток, о которых мы говорили несколькими страницами ранее, — и что каждая из этих клеток должна постоянно вырабатывать энергию, если она хочет продолжать жить. Чтобы иметь возможность делать это, они все должны быть способны непрерывно окислять топливо, а это означает, что они должны получать

постоянные запасы как самого топлива, так и кислорода, с которым оно соединяется. Должна быть задействована какая-то система доставки этих материалов, и в случае, если материалы необходимо подготовить к использованию заранее, это также должно быть предусмотрено. Сердце, легкие, желудок и различные другие органы, которые полезны, но не бросаются в глаза, задействованы в этой необходимой работе. На автомобильном заводе у нас похожая ситуация; люди, которые стоят у станков, на самом деле изготавливают детали, которые идут в готовые автомобили, но если другие люди не будут усердно работать, готовя отливки и доставляя их туда, где их могут получить операторы станков, будет выпущено не так много автомобилей. Так и в организме, если различные органы не выполняют свою работу по подготовке и доставке материалов к мышцам, нервам и органам чувств, эти последние не могут выполнять свои задачи по получению пищи для всего организма и защите организма от повреждений, а также не могут выполнять приятные, но не абсолютно необходимые действия в виде игр и отдыха.

ГЛАВА III

ИСТОЧНИКИ ПИЩИ

МЫГоворили о необходимости развития энергии у всех живых существ и видели, что развитие энергии зависит от окисления топлива. Конечно, наше топливо - это пища, которую мы едим. Ни одно вещество не подходит в качестве топлива, если оно не содержит энергии, которая может быть получена путем окисления, и если, кроме того, оно не подходит для определенного вида окисления, которое происходит в организме, и не может быть обработано организмом. Древесина является отличным топливом для некоторых целей, но как пища для человека она не имеет ценности, даже если ее мелко измельчить и смешать с мукой, как это делалось в некоторых европейских странах во время Великой войны, потому что организм не может обращаться с древесиной так, как должно обращаться с пригодным для использования топливом. Хотя древесина не является хорошей пищей, близкородственные материалы являются таковыми и фактически составляют ее основную часть. Вся топливная пища либо растительного, либо животного происхождения. Вся животная пища в конечном итоге восходит к растительному миру, и интересным фактом является то, что мы обычно не склонны есть мясо, которое более чем на один слой принадлежит растительному царству. Животные, которые питаются мясом, не считаются пригодными в пищу, за исключением рыбы и птиц, а мясо, которое они едят, обычно таковым не считается, поскольку оно состоит в основном из мяса насекомых, лягушек и самих рыб.

Таким образом, настоящие источники пищи находятся в растительном мире. Из бесчисленных тысяч видов существующих растений несколько десятков оказались достаточно полезными в пищу человеку или животным, которыми питаются люди, чтобы оправдать наши усилия по выращиванию их на наших фермах и в наших садах. В этих конкретных растениях должно быть что-то такое, что заставляет нас отдавать им предпочтение. Если мы разберемся в причине такого предпочтения, мы поймем кое-что о качествах, которые в первую очередь делают растения пригодными в пищу. В начале главы были перечислены факторы, которые делают вещество пригодным для употребления в пищу. К ним относятся: способность вырабатывать энергию путем окисления и состав, пригодный для использования организмом. Способность отдавать силу предполагает обладание ее запасом. Сила, или энергия, что означает то же самое в нашем нынешнем использовании слов, никогда и нигде не присутствует, кроме как в результате более раннего проявления силы. Оно не создано из ничего. Солнце - это резервуар энергии, из которого черпает земля, и мы не знаем с какой-либо уверенностью, откуда солнце черпает свою силу. Нагретый центр земли сам по себе является резервуаром энергии, которую мы можем черпать в какой-то момент в будущем, когда будут израсходованы более дешевые источники. За исключением энергии из этих источников и незначительных количеств, которые могут быть принесены метеоритами, на поверхности земли нет ничего, чего не было бы здесь всегда. С другой стороны, земля постоянно теряет энергию в космос. Количество, поступающее к нам от солнца, уравнивает наши потери в космосе, так что общее количество имеющейся энергии остается довольно стабильным. Энергия, которая приходит к нам от солнца, в основном представлена в двух формах тепла и света. По фактической мощности тепло намного перевешивает свет, но по важности для человечества одно стоит примерно наравне с другим, поскольку, хотя без солнечного тепла земля стала бы такой холодной, что мы все умерли бы, без его света не было бы пищи, и мы все умерли бы с голоду. Это еще один способ сказать, что энергия, которую накапливают растения и которую мы получаем, когда едим их, изначально поступает от солнечного света. Растения, как и животные, состоят из клеток. Те, с которыми мы знакомы, состоят из огромного количества клеток, причем самых разных видов. Одни находятся в корнях, другие - в стеблях, третьи - в листьях; цветы, плоды и семена также состоят из клеток. Клетки

вблизи поверхности листьев, а у многих видов растений также вблизи поверхности стеблей, содержат зеленое вещество, известное как хлорофилл. Это вещество позволяет клеткам, в которых оно присутствует, хотя мы точно не знаем, каким образом, производить сахар, используя для этой цели энергию солнечного света.

Сахар состоит из трех очень распространенных химических элементов: углерода, водорода и кислорода. Как мы все знаем, водород и кислород в сочетании двух атомов водорода с одним из кислорода образуют воду; наиболее знакомым из химических символов является тот, который выражает эту комбинацию, а именно H_2O . Углерод, который, как мы знаем, в почти чистом состоянии содержится в антрацитовом угле и в еще более чистой форме в алмазах, образует комбинацию с кислородом, известную как углекислый газ. Это газ; он составляет небольшую долю воздуха. Его количество в воздухе увеличивается всякий раз, когда сжигается уголь или любой другой углеродсодержащий материал, поскольку диоксид углерода является продуктом окисления углерода. За исключением засушливых регионов земли, в почве всегда есть немного воды на большем или меньшем расстоянии под поверхностью земли. Вода и углекислый газ между ними содержат все элементы, из которых состоит сахар. Хлорофиллсодержащие клетки - это фабрика, солнечный свет - это энергия, а углекислый газ и вода - это сырье. Сахар - это готовый продукт, и где бы солнечный свет ни падал на зеленые растения, напрямую или через слой облаков, идет его производство. Сахар легко окисляется и при этом дает много энергии. Энергия, которую он содержит, была получена путем преобразования энергии солнечного света. За исключением нескольких видов бактерий, каждое живое существо на земле прямо или косвенно зависит в плане питания, а значит, и в плане энергии от сахара, который вырабатывают зеленые растения. Поскольку сахар растворяется в воде, его нелегко хранить, поэтому с помощью простого химического процесса растение превращает его в крахмал, и именно в этой последней форме мы его и получаем, за исключением некоторых растений, таких как сахарный тростник.

Зеленые части растений - единственное место, где производится сахар. Мы употребляем определенное количество зелени в салате, спарже и подобных овощах, но по большей части сахар или крахмал, которые мы употребляем, поступают из частей растений, которые не являются зелеными. Очевидно, что существует транспортировка от места производства к месту хранения. Средство транспортировки находится в соке; поскольку крахмал не растворяется в воде, его необходимо превратить обратно в сахар. Это делается, а затем за счет движения сока растворенный сахар переносится к местам хранения: корнеплоды в таких овощах, как свекла, подземные стебли в картофеле, надземные стебли в сахарном тростнике, фрукты или семена в садовых и зерновых культурах. В тех из них, которые являются сладкими, сам сахар хранится; в большинстве видов он превращается обратно в крахмал. Там, где овощи хранятся в виде крахмала, они обычно сохраняются лучше, чем когда в качестве отложения используется сахар.

Некоторые виды растений — например, оливки, арахис и кокосовые орехи — превращают сахар в масло и сохраняют излишки в этой форме. Химические элементы в маслах и жирах те же, что и в крахмале и сахаре, хотя пропорции разные. Энергетическая ценность масла по весу более чем в два раза превышает энергетическую ценность сахара; при производстве данного количества арахисового масла виноградная лоза израсходовала более чем в два раза больше крахмала или сахара; но поскольку важна энергетическая ценность, а не масса, растение чувствует себя так же хорошо, а возможно, и лучше из-за меньшего объема, занимаемого запасенным материалом. Один из очень интересных примеров накопления нефти содержится в очень крошечных растениях, называемых диатомовыми водорослями, которые в изобилии встречаются в океанской воде. Каждая крошечная диатомовая водоросль хранит в себе еще более крошечную каплю нефти. Хотя сами по себе единичные капли масла не произвели бы никакого впечатления, если бы их можно было собрать в одном месте в достаточном количестве, получилось бы значительное скопление масла. Это именно то, что, по словам геологов, происходило в прошлые века; скопления диатомовых водорослей накапливались на протяжении тысячелетий, и, наконец, нефтяные скопления были покрыты отложениями того или иного вида. Когда мы пробиваемся через

отложения, мы попадаем в “нефтеносный песок”, который содержит остатки диатомовых водорослей, и в результате получается нефтяная скважина.

Поскольку наша пища, а значит, и наша жизнь зависят от процессов производства сахара зелеными растениями, нам стоит на мгновение задуматься о том, как медленно протекает этот процесс. Ломтик хлеба, который мы можем съесть за дюжину укусов, представляет собой результат сезонного роста нескольких растений пшеницы, каждое из которых поглощало энергию солнца и откладывало зерна крахмала в течение каждой световой минуты на протяжении всего вегетационного периода. С точки зрения растения, которое занимается хранением, материал, который служит нам пищей, - это избыток, превышающий собственные повседневные потребности растения. В большинстве случаев его использовали бы в начале роста следующего сезона, до того, как растение выпустило листовую систему, если бы ход событий не был нарушен для удовлетворения потребностей человека.

Помимо крахмала, сахара и жира, существует еще один вид пищевого материала, производимого растениями, известный как белок. Это вещество намного сложнее по химическому составу, чем любое другое; оно содержит, в дополнение к трем химическим элементам — углероду, кислороду и водороду, которые содержатся в них, элемент азот и обычно немного фосфора и серы. Эти вещества растворяются в почвенных водах в виде простых химических веществ и усваиваются растением вместе с водой, которая поступает в корни и в виде сока поднимается к листьям. Те же клетки растения, которые производят сахар, способны вырабатывать белок, используя в качестве сырья часть сахара вместе с веществами, поступающими с почвенной водой. Энергия для производства белка поступает в результате окисления части сахара или крахмала, содержащихся в листьях. Готовый белок имеет примерно такую же энергетическую ценность, по весу, как и крахмал, из которого он в основном был получен.

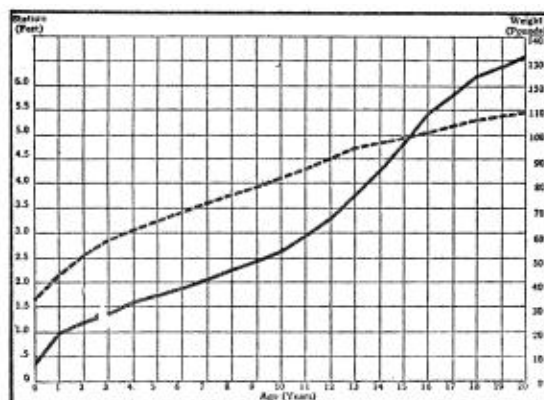
Когда животное ест растение или его часть, оно ест ради сахара или сахарных продуктов, произведенных растением. Есть один сахарный продукт, который полезен в качестве корма для многих животных, но не для человека, за исключением, возможно, очень незначительных количеств. Это древесное вещество, целлюлоза, которая образуется в растениях главным образом в качестве основы для тонкой живой протоплазмы. Хлопковое волокно - это почти чистая целлюлоза. Химически целлюлоза очень похожа на крахмал и является отличным топливом везде, где ее можно сжечь. Пищеварительный тракт человека не способен перерабатывать ее таким образом, чтобы сделать пригодной для употребления, хотя пасущиеся животные делают это довольно эффективно. Очень многие растения производят продукты, которые либо неприятны на вкус, либо на самом деле ядовиты. Конечно, в таких случаях растения становятся бесполезными в качестве пищи, если не будет разработано лечение, которое удалит нежелательный материал или превратит его во что-то безвредное. Несколько десятков видов растений, которые мы выращиваем для употребления в пищу, - это те, которые не содержат вредных веществ и дают большое количество запасаемых пищевых материалов, или, в некоторых случаях, которые особенно приятны на вкус, даже если они могут не иметь большой пищевой ценности. Помидоры, листья салата и тому подобное относятся к этому последнему сорту. Мир был довольно основательно перерыт в поисках продовольственного зерна, фруктов и трав, но, вероятно, есть и другие, которые еще предстоит найти, помимо тех, что у нас есть сейчас.

ГЛАВА IV

ПОЛЬЗА ПИЩИ

НамДо сих пор было что сказать о развитии энергии у живых животных, и мы говорили о пище в связи с ее использованием в качестве топлива для этой цели. Раз уж мы затронули эту тему, возможно, было бы неплохо сказать кое-что о других видах использования пищи животными, помимо использования в качестве топлива, а также кое-что о том, что делается с энергией, которая вырабатывается при сжигании такой пищи, которая используется в качестве топлива. Начнем с того, что очевидно, что пища используется для построения самого организма. Новорожденный младенец обычно весит где-то от 5 до 12 фунтов. С момента рождения и до тех пор, пока тело не начнет расти, происходит почти непрерывное увеличение веса, пока не будет достигнуто общее значение, которое может составлять от 90 до 250 фунтов. Конечно, каждая частичка этого дополнительного материала поступала в организм в виде пищи. Вся масса тела делится, как было сказано ранее, на живую протоплазму и неживую субстанцию. Мы не знаем точно, какую долю всего веса составляет протоплазма; по оценкам, она составляет около 60 процентов, но любая оценка может быть только очень приблизительной, потому что примерно половина неживого вещества состоит из жировых отложений, которые у разных людей сильно различаются.

В любом случае, та часть пищи, которая идет на увеличение веса, передается живым клеткам.

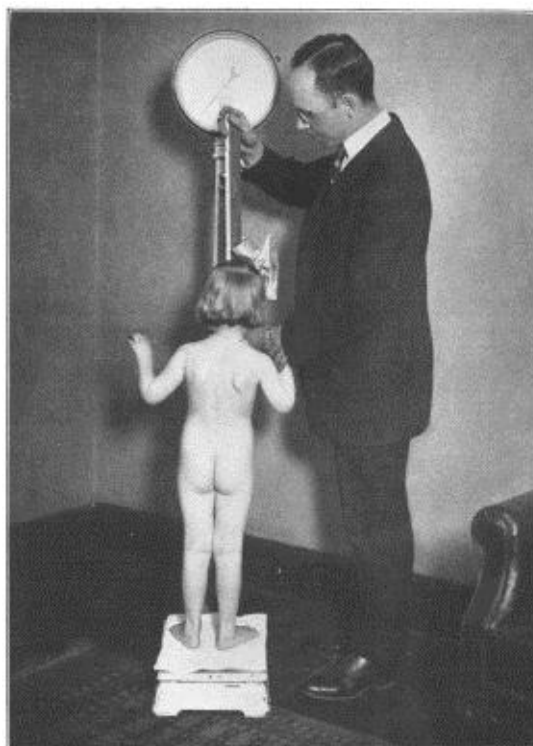


ДИАГРАММА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ТЕМПЫ РОСТА ЧЕЛОВЕКА

клетки. Если мы примем грубую оценку, приведенную выше, около 60% затем используется для фактического производства новой протоплазмы; остальная часть перерабатывается клетками, специально предназначенными для этой цели, и устанавливается на место, чтобы служить поддерживающей структурой или откладываться в виде жира. Живая протоплазма представляет собой химически очень сложную смесь. По консистенции она напоминает довольно тонкое прозрачное желе; толщина желе зависит от количества содержащейся в нем воды, и она сильно различается у разных видов протоплазмы. Водянистая часть протоплазмы растворила в себе несколько веществ; среди них можно упомянуть обычную поваренную соль, а также соли поташа и извести. Присутствуют лишь крошечные количества солей, но любопытно, что без этих крошечных количеств протоплазма не может жить. Основным твердым веществом в протоплазме является белок; этот материал, являющийся одним из самых сложных веществ, известных химии, обладает определенными особенностями, которые, по-видимому, специально позволяют ему служить химической основой жизни.



СОТРУДНИЧЕСТВО ЗАВОДА В ПОДДЕРЖАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ФОРМЫ — СОТРУДНИКАМ С НЕДОСТАТОЧНЫМ ВЕСОМ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ МОЛОЧНЫЙ ЛАНЧ



Фото, Пол томпсон

ТЕСТ НА ВЕС ПРИ ФИЗИКАЛЬНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ РЕБЕНКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОГО, НАСКОЛЬКО ОН ПРИБЛИЖАЕТСЯ К ПРАВИЛЬНЫМ СТАНДАРТАМ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Очевидно, что из всех пищевых продуктов белок наиболее важен для производства новой протоплазмы, другими словами, для роста. В случае крошечного одноклеточного животного, чье тело состоит из протоплазмы, ничего другого не потребовалось бы, но любое животное, имеющее костный скелет, должно наращивать его, чтобы идти в ногу с ростом мягких частей тела. Для этой цели необходимы минеральные вещества, главным образом известковые соли.

В дополнение к этим продуктам, которые фактически используются для выработки нового вещества для организма, недавно было обнаружено, что правильный рост высших животных, включая человека, зависит от присутствия в рационе определенных пищевых добавок, польза которых совершенно не изучена, хотя в их важности нет сомнений. Эти вещества, которым дали довольно громоздкое название “витамины, стимулирующие рост”, содержатся растворенными в некоторых пищевых жирах. По-видимому, они нерастворимы в воде и растворимы в масле. Большинство животных жиров, по-видимому, содержат их в небольших количествах, в то время как большинство растительных жиров - нет. Молоко и яйца, которые в особом смысле являются продуктами для роста, богаты этими добавками больше, чем любые другие продукты рациона. Открытие этих фактов подчеркнуло важность включения животных жиров в рацион растущих детей, особенно молока и яиц. Поскольку молоко также богато солями лайма, необходимыми для формирования костей, оно является лучшим из существующих продуктов питания для детей. Когда очень маленьких детей приходится кормить коровьим молоком, которое несколько отличается по пропорции от материнского молока, часто оказывается необходимым давать верхнее молоко, разбавленное водой, вместо цельного молока. Когда это делается, для разбавления молока обычно частично используется известковая вода, а не вся обычная вода. Таким образом, количество лайма увеличивается настолько, чтобы ребенок получал его в достаточном количестве.

Помимо использования белка в качестве корма для роста, у него есть и другое применение, которого нет ни у одного другого вида пищевых продуктов. Это также связано с тем, что белок

является основным материалом живой протоплазмы. Мы мало что знаем о том, что происходит в живой протоплазме и составляет то, что мы называем жизненными процессами, но мы точно знаем, что эти процессы имеют химическую природу и что в связи с ними происходит постоянная потеря белка. Белок, который таким образом выбрасывается в отходы, расщепляется на более простые химические соединения, которые выводятся из клеток. Почему это происходит, мы не знаем, но поскольку это происходит, очевидно, что, если потери не восполнить, вскоре наступит время, когда из протоплазмы будет потеряно столько белка, что она больше не сможет существовать как таковая и должна погибнуть. На самом деле, человек мог бы придерживаться диеты, чрезмерно богатой крахмалистыми продуктами и жирами, и все равно умереть с голоду, если бы в ней не было белка. Такое использование белка называется поддержанием клеток, чтобы отличать его от другого специального использования белка для роста клеток. Очевидно, что независимо от того, чего может не хватать в рационе, белок не должен быть исключен. К счастью, большинство наших обычных продуктов содержат белок. Его особенно много в постном мясе, сушеных бобах и горохе, а также в зерновых. Картофель и большинство садовых овощей содержат дефицит белка, как и почти все обычные фрукты. Хлеб и мясо - наши основные источники белка.

Точно так же, как существуют витамины, важные для роста, существуют и витамины, необходимые для поддержания клеток. Много лет назад доктор Сильвестр Грэм прославился, утверждая, что внешняя оболочка пшеничных зерен содержит нечто необходимое для питания, что удаляется в процессе производства белой муки. Соответственно, он изобрел разновидность муки, знакомую всем нам под его именем, в состав которой входит некоторое количество отрубей из внешних слоев пшеницы. Эта идея, зародившаяся у доктора Грэма, с тех пор получила подтверждение, хотя и не совсем так, как это было у Грэма. Мы знаем, что существуют необходимые дополнения к диете, но мы также знаем, что они гораздо более распространены, чем думал Грэм. Они содержатся в стольких видах пищевых продуктов, что любой, кто придерживается смешанной диеты, обычно получает их в достаточном количестве для удовлетворения своих потребностей. Пагубные последствия их недостатка наиболее очевидны, когда рацион ограничен несколькими видами пищи, в которых они отсутствуют. Яркий пример телесных повреждений, непосредственно связанных с отсутствием этих витаминов в пище, наблюдается у жителей Востока, чей рацион обычно состоит из риса плюс небольшого количества других веществ. В последние годы уроженцы Японии, Китая и Филиппин сильно страдали от нервного заболевания, известного как авитаминоз. Исследование показало, что это заболевание возникает из-за отсутствия в рационе необходимых витаминов и восходит к тому времени, когда было введено оборудование для помола риса. Старые ручные методы помола риса были настолько несовершенны, что большая часть шелухи прилипала к зернам, но оборудование очищает рис от всех следов шелухи. Рисовая шелуха содержит то, чего не хватает шлифованным зернам. Везде, где удавалось добиться использования нешлифованного (коричневого) риса вместо обычного шлифованного, авитаминоз исчез. Или же такого же результата можно добиться, добавив в рацион небольшое количество фасоли. Вероятно также, что шелуха большинства зерновых, включая пшеницу, содержит часть того же самого или сходного компонента, так что в этом отношении доктор Грэм был прав, подчеркивая важность добавления шелухи в муку. Совсем недавно было показано, что сырые продукты богаче этими добавками, чем приготовленные, и что обычные прессованные дрожжи содержат их больше, чем любой другой легкодоступный материал. Многим людям приносит пользу ежедневное употребление части или всего дрожжевого пирога в стакане молока.

Таким образом, для роста, или образования новой протоплазмы, и для поддержания, или восстановления потерь протоплазмы, мы должны употреблять продукты, содержащие белок, а также продукты, содержащие различные виды солей, и продукты, содержащие необходимые витамины. Все это предназначено для получения необходимых материалов; реальных веществ, встроенных в протоплазму. Остается потребность в энергии, поскольку и рост, и поддержание представляют собой химическую активность клетки, и эта активность зависит от энергии точно

так же, как и любая другая активность. Говоря это, мы просто повторяем другими словами то, что было указано в самом начале книги как главный признак жизни, а именно необходимость непрерывного развития энергии со стороны живых клеток. Об использовании пищи в качестве источника энергии уже говорилось, но необходимо сказать кое-что о различных видах выработки энергии, которые могут происходить в клетках, и поскольку нам придется много говорить об этом, именно здесь самое подходящее место, чтобы впервые привести слово, которое стало использоваться всякий раз, когда упоминается вопрос о химической активности живых клеток. Это слово - *метаболизм*; когда мы говорим о клеточном метаболизме, мы имеем в виду химические процессы, происходящие в клетках. В дальнейшем вместо слова "развитие энергии" будет использоваться слово "метаболизм", означающее практически то же самое.

Прежде всего, при описании различных видов метаболизма, которые могут проявляться в клетках, мы имеем в виду метаболизм покоя. Под этим мы подразумеваем развитие энергии, которое происходит, когда клетка не делает ничего, кроме поддержания жизни; не растет и не проявляет никакой особой активности. Очевидно, что это минимальное количество, которое может демонстрировать любая клетка, поэтому его часто называют *основным метаболизмом*. Мы знаем, по крайней мере, о двух вещах, которые могут изменить уровень основного метаболизма; первая из них - это изменение температуры; когда клетке холодно, ее основной метаболизм меньше, чем когда ей тепло. Этому есть очень простая химическая причина, а именно, что химические процессы, как правило, протекают медленнее, чем ниже температура. Поскольку весь метаболизм состоит из химических процессов, это правило применимо не только к основному метаболизму, но и ко всем другим видам и, как мы увидим, объясняет, почему низшие животные демонстрируют такие заметные различия в поведении в холодную и теплую погоду. Второе, что влияет на уровень основного метаболизма, - это процентное содержание воды в протоплазме клетки. Высокоорганизованные животные, подобные нам, погибают, если клетки теряют больше, чем небольшую часть своей воды, но есть много низших животных, которых можно высушить до тех пор, пока в их телах не останется совсем немного воды, и они все еще будут жить. Это относится к микроскопическим формам, обитающим в лужах и подобных местах; когда лужа высыхает, животное тоже высыхает, пока от него не останется только крошечная частица высококонцентрированной протоплазмы. Но эта крошечная частица сохраняет все исходные клетки или, по крайней мере, достаточное их количество, чтобы начать все сначала, и в каждой клетке происходит очень вялый метаболизм. Конечно, преимущество этого заключается в том, что запасенные пищевые материалы не будут израсходованы так быстро, как это было бы, если бы метаболизм шел с обычной скоростью, и поэтому есть больше шансов, что животное выживет до тех пор, пока в лужу не упадет больше воды или она не стечет в лужу, или пока частичку пыли, в которую превратилось животное, не унесет ветром, где она попадет в другую. Всякий раз, когда происходит что-либо из этих явлений, протоплазма снова поглощает воду, и прежний уровень метаболизма возобновляется. Только благодаря такому снижению скорости метаболизма многие виды животных способны сохраняться, поскольку в больших частях земного шара каждый год наступает период, когда условия становятся настолько неблагоприятными, что обычный уровень метаболизма поддерживать невозможно.

Следующим по порядку основного метаболизма является метаболизм роста, под которым мы подразумеваем энергию, необходимую для образования новой протоплазмы. О метаболизме роста известно не так уж много; фактически, едва ли не единственная причина полагать, что для него вообще требуется энергия, заключается в том, что метаболизм молодых животных, когда бы его ни изучали, оказывался пропорционально выше, чем у полностью взрослых животных. Это трудно объяснить, если только сам процесс роста, а именно образование новой протоплазмы, не требует энергии. Когда мы думаем о чрезвычайной сложности живой протоплазмы, мы легко можем поверить, что ее образование требует затрат энергии, возможно, в значительных количествах.

Последний вид развития энергии, который следует рассматривать, - это метаболизм особой активности. Большинство видов клеток, особенно у высокоорганизованных животных, выполняют

какую-то особую работу. Например, мышечные клетки выполняют задачу по совершению движений; клетки желез - по выработке секрета и так далее. О них мы говорим как об особых функциях клеток, а о метаболизме, посредством которого они выполняются, - как о *функциональном* метаболизме. У некоторых низших животных едва ли можно сказать, где заканчивается основной метаболизм и начинается функциональный. Есть маленькая креветка, около полудюйма длиной, которая довольно часто встречается в небольших прудах. У этого маленького животного есть несколько пар ног, с помощью которых оно плавает, и гребки этих ног продолжают непрерывно, днем и ночью, почти без перерывов, со скоростью сто и более ударов в минуту, в течение дней или даже недель. Похоже, что это и другие животные, которые постоянно находятся в движении, были организованы без какой-либо четкой границы между базовым и функциональным метаболизмом; их протоплазма высвобождает энергию за счет окисления пищи, и в результате происходят различные вещи; среди них поддержание протоплазмы и совершение движений. У высших животных различие между основным и функциональным метаболизмом является резким, и это неизбежно, поскольку благополучие любого из высших животных требует, чтобы оно имело довольно полный контроль над деятельностью своей протоплазмы, а этого у него не могло бы быть, если бы функциональный метаболизм смешивался с основным. Другими словами, для благополучия организма так же важно, чтобы клетки могли стать неактивными, как и то, чтобы они были способны к активности.

ГЛАВА V

КЛЕТКИ ТЕЛА

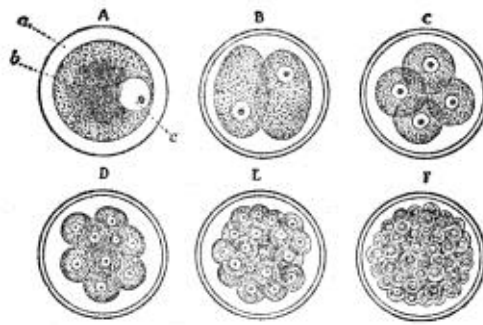
До сих пор МНОГО было сказано о живых клетках, но вообще не было сказано ничего, что могло бы рассказать об их внешнем виде или о том, как они устроены, за исключением утверждения, что они состоят из живой протоплазмы, которая имеет желеобразную консистенцию. Если посмотреть на живые клетки в микроскоп, то поначалу их почти наверняка постигнет разочарование, поскольку протоплазма настолько прозрачна, что при непосредственном рассмотрении практически невозможно разглядеть ее форму. К счастью для наших знаний о том, как устроены клетки, протоплазма, которая была должным образом убита и законсервирована, очень хорошо переносит окрашивание, а различные химические вещества в протоплазме окрашиваются по-разному. Таким образом, особенности, которые вообще нельзя было разглядеть в живых клетках, становятся отчетливо видимыми после умерщвления и окрашивания. Первое, что привлекает внимание при изучении клеток, полученных таким образом, - это то, что где-то внутри каждой клетки, и обычно около ее середины, есть пятно, которое окрашено более глубоко, чем любая другая часть клетки. Это указывает на присутствие вещества или веществ, которые окрашиваются легче, чем масса протоплазмы. Эта особенность привела к названию глубоко окрашивающейся части протоплазмы *хроматином*, имея в виду легкость окрашивания. Часть клетки, содержащая хроматин, называется *ядром*. У многих видов клеток опытный наблюдатель может различить ядро, не прибегая к окрашиванию, хотя детали структуры таким образом увидеть невозможно.



ЯДРО КЛЕТКИ С ХРОМАТИНОВОЙ СЕТЬЮ

(По мотивам “Человеческого тела” Мартина)

Теперь мы знаем, что ядро, или, скорее, содержащийся в нем хроматин, играет замечательную и интересную роль в жизни клетки. К этому мы скоро вернемся. Остальная часть протоплазмы, за пределами ядра, демонстрирует максимально возможное разнообразие форм, в зависимости от типа клетки, на которую мы случайно смотрим. У некоторых из более простых типов эта часть протоплазмы кажется просто почти однородной массой, возможно, с рассеянными по ней крошечными частицами. У других типов протоплазма вытягивается в длинные тонкие нити, и эти нити могут иметь множество ответвлений; или протоплазма может быть деформирована в тонкую оболочку, заключающую массу жира; или она может быть разделена на плотную и тонкую части с резкими линиями разделения между ними. Эти различные формы связаны с особыми функциями, которыми обладают клетки, и мы узнаем о них больше по мере того, как будем рассматривать различные функции по порядку. В целом, изучение клеточной структуры ясно показывает, что протоплазма вне ядра осуществляет большую часть метаболизма или выработки энергии и, соответственно, важна как средоточие особых функций, проявляемых клеткой. Если это мышечная клетка, то это та часть, которая совершает движение; если клетка железы, то это та часть, которая выделяет. Тем не менее, ядро является жизненно важной частью клетки. Было определенно доказано, что клетка, у которой утрачено ядро, не может просуществовать более короткого времени. Чтобы получить некоторое представление о действительной роли ядра, нам придется вернуться к нему несколько подробнее.

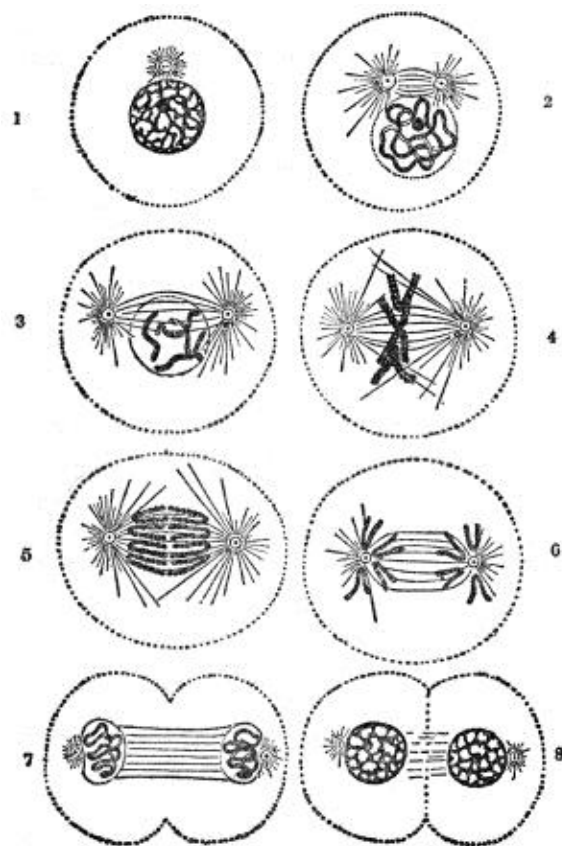


ДИАГРАММА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

А - клетка; В - F - последовательные стадии ее деления; а - клеточный мешок; b - содержимое клетки; с - ядро. (Из книги Мартина "Человеческое тело")

Прежде чем приступить к дальнейшему описанию самого ядра, нам поможет понять его функцию, если мы кратко проследим историю клеток, составляющих наше тело. Вначале, как мы, вероятно, все знаем, мы начинаем жизнь как отдельная клетка. Эта клетка после серии событий, которые будут описаны в следующей главе, начинает процесс, известный как развитие. Развитие состоит из ряда подразделений клеточного материала. Сначала одна клетка делится на две; затем каждая из них делится, давая четыре. На следующем этапе образуется восемь, затем шестнадцать и так далее, пока, наконец, не образуются миллионы клеток, составляющих тело, причем все они происходят из исходной единственной клетки. Мы знаем, что во взрослом организме существует очень много различных видов клеток. Поскольку все они происходят из одной клетки, эти различия, должно быть, проявились в ходе различных клеточных делений. На самом деле, это происходит постоянно; в определенные моменты процесса две клетки, которые происходят из подразделения какой-то конкретной клетки, не будут одинаковыми. Особые виды клеток, которые образуются таким образом, становятся отправными точками для целых масс подобных клеток в полностью развитом организме. У людей и, вероятно, у большинства других видов животных самое первое разделение не приводит к каким-либо различиям между клетками. Доказательством этого является то, что иногда, на самом деле довольно часто, две клетки разделяются. Когда это происходит, возникает побратимство, и близнецы становятся совершенно одинаковыми, их называют "однойяйцевыми близнецами". Они не только похожи во всех других отношениях, но и всегда одного пола, факт, который ускользнул от внимания некоторых авторов художественной литературы, которые создали близнецов, идентичных по всем остальным признакам, брата и сестру, вместо обоих мальчиков или обеих девочек. Неидентичные близнецы происходят из разных исходных клеток, которые, так уж случилось, начали развиваться вместе. Такие близнецы должны иметь не больше сходства, чем любые члены одной семьи, и могут быть одного пола, а могут и не быть.

В каждом клеточном делении первым этапом является деление хроматина ядра, за которым следует деление остальной протоплазмы. Процесс, посредством которого происходит разделение хроматина, настолько любопытен, что заслуживает краткого описания. Материал хроматина - это не простой комок в ядре.



ДИАГРАММА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ ИЗМЕНЕНИЯ При ДЕЛЕНИИ В ЯДРЕ КЛЕТКИ С ЧЕТЫРЬМЯ ХРОМОСОМАМИ
(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Это скорее похоже на крошечную нитку бусин, небрежно брошенную вниз, чтобы все перемешалось. Каждая бусинка представляет собой отдельный кусочек хроматина, и эти кусочки нанизаны на тонкую нитку. В обычной ячейке бусины настолько перемешаны друг с другом, что между ними невозможно различить порядок, но если посмотреть на ячейку, которая вот-вот начнет делиться, то обнаружится, что нитка распрямилась, а также что она разорвалась на кусочки. Отдельные фрагменты называются *хромосомами*, и их количество всегда одинаково для любого вида животных или растений. Существует паразитический червь, клетки которого имеют всего четыре хромосомы, а у человека их число колеблется от этого до сорока восьми. Возможно, у других видов их еще больше, но их становится так трудно сосчитать, когда их становится целых сорок восемь, что точное число невозможно установить. Насколько можно судить, количество хромосом имеет мало общего со сложностью животного или растения, поскольку некоторые сложные формы имеют мало хромосом, а некоторые простые - много.

Одновременно с распадом хроматина на хромосомы в протоплазме клетки на противоположных сторонах ядра появляются два крошечных пятна, и крошечные нити тянутся от одного пятна к другому через ядро. Нитей столько же, сколько хромосом, вся группа образует фигуру в форме веретена. Хромосомы теперь располагаются в середине веретена, и, по-видимому, каждая хромосома прикрепляется к нити. Затем каждая хромосома расщепляется вдоль посередине, и с помощью того, что выглядит как укорачивание нитей, разделенные половинки раздвигаются и тянутся к противоположным концам веретена. Цель этой сложной схемы, по-видимому, состоит в том, чтобы обеспечить точно равное разделение хромосом между клетками, и необходимость такого равного разделения станет ясна, когда мы узнаем что-нибудь о том, для чего нужен хроматин. Между тем описание клеточного деления можно закончить, сказав, что

после того, как половинки хромосом разделяются, вся масса протоплазмы делится посередине. Как мы указывали выше, иногда полученные таким образом клетки похожи, а иногда различаются, в зависимости от того, суждено ли им стать частями сходных или разных структур. В любом случае материал хроматина, который поступает в две клетки, совершенно одинаков, так что, если сами клетки становятся разными, должно быть, развилась разница в протоплазме на двух концах клетки, из которой они произошли. Наши тела состоят из миллионов клеток, очень многих различных видов, но какими бы разными они ни были, хроматин каждой из них в точности повторяет хроматин любой другой, или повторял, когда клетки только формировались; есть основания полагать, что хроматин может изменяться в течение жизни клеток, по крайней мере в некоторых случаях.

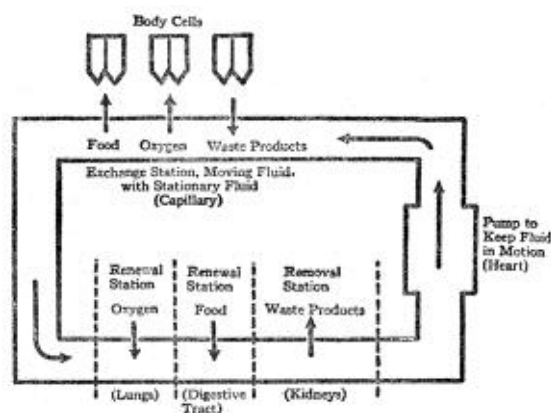
Нам, возможно, будет интересно узнать, как долго продолжается этот процесс клеточного деления. Многие дети не заканчивают вырасти, пока им не исполнится двадцать или более лет. Продолжается ли деление клеток в течение всего этого времени? Более того, есть ли какие-либо случаи продолжения деления клеток после достижения полного роста? Ответ на оба этих вопроса можно дать в кратком параграфе. Существуют некоторые ткани, особенно наружный слой кожи, соединительные ткани, ткани, образующие кровяные тельца, и репродуктивные ткани, в которых деление клеток продолжается в течение всей или большей части жизни. Остальные заканчиваются при рождении или вскоре после него. Мы рождаемся с точным количеством мышечных клеток, с которыми умрем, если только несчастный случай не лишит нас некоторых из них на это время; и если это произойдет, новые клетки не сформируются взамен утраченных. То же самое верно и для клеток желез. Считается, что последние деления нервных клеток происходят в течение нескольких месяцев после рождения. Как большинство из нас наблюдало в своих собственных случаях, телесные повреждения, если они вообще серьезные, сопровождаются образованием шрамов. Это означает, что на месте клеток, разрушенных в результате травмы, выросла соединительная ткань, которая не может быть заменена клетками их собственного вида, поскольку они утратили способность к клеточному делению.

В вышеприведенных параграфах мы попытались получить некоторое представление о том, на что похожи живые клетки и как они получены, но не пытались получить какой-либо подробной картины конкретных видов клеток. С этим придется подождать, пока мы не перейдем к рассказу о различных видах телесной активности, когда клетки, которые осуществляют каждый вид, должны быть описаны более точно. Кое-что также было сказано о хромосомах, но полный отчет о них и их значении будет рассмотрен в более поздней главе, посвященной вопросам наследственности и размножения. В оставшейся части настоящей главы мы хотим поговорить об условиях, в которых живут клетки, чтобы легко представить, как они осуществляют свой метаболизм.

В качестве введения к этой теме можно сказать несколько слов о широких различиях в сложности, которые обнаруживаются у животных. Они варьируются от простейших, какие только можно вообразить, отдельных клеток с ядром и протоплазмой, которые кажутся почти однородными повсюду, до высокоорганизованного тела, подобного человеческому, состоящего из миллионов клеток самых разных видов. Между этими крайностями просматриваются почти все возможные формы. Одноклеточные животные сами по себе демонстрируют широкий диапазон сложности, и как только животные начинают формироваться из множества клеток, сгруппированных вместе, возможности усложнения пропорционально возрастают. Необходимо подчеркнуть одно важное различие между одноклеточными и многоклеточными животными; это вопрос размера. Существуют определенные пределы размера, которого может достичь отдельная клетка; эти пределы находятся за пределами видимости невооруженным глазом. Если животные хотят достичь больших размеров, они обязательно должны состоять из множества клеток. Жизнь одноклеточного животного не представляет особой проблемы, поскольку ему приходится лишь поглощать через свой внешний слой из окружающей воды различные пищевые материалы и кислород, необходимые для его метаболизма, и выбрасывать в ту же воду любые химические продукты, которые могут образоваться в результате того же метаболизма, и вопрос о том, выживет

оно или умрет, зависит только от того, содержит ли вода, в которой оно находится, достаточное количество веществ и в остальном пригодна для жизни. Многоклеточное животное, клетки которого расположены не более чем в два слоя, находится практически в такой же ситуации, поскольку каждая клетка выходит фасадом на воду и поэтому может осуществлять непосредственный обмен веществ; но в тот момент, когда сложность достигает стадии, когда любые клетки оказываются погребенными под другими клетками, необходимо предусмотреть какое-то особое устройство, чтобы погребенные клетки могли получать необходимые вещества для своего метаболизма. Устройство состоит, в общем, из обустройства того, что можно назвать внутренним водным фасадом для заглубленных камер. Другими словами, у сложных животных по всему телу есть промежутки, и эти промежутки заполнены жидкостью. Нет живых тканей настолько плотных, чтобы клетки, из которых они состоят, были полностью отрезаны от контакта с жидкостью организма. Думая о наших собственных телах, мы должны понимать, что применяется то же самое устройство; каждая из миллионов наших живых клеток контактирует с жидкостью, которой заполнены все пространства нашего тела, и именно из этой жидкости клетки получают материалы для своего метаболизма, и в эту же жидкость они выделяют любые вещества, которые может произвести их метаболизм.

Общее количество жидкости в организме невелико, поскольку промежутки между клетками в большинстве случаев чрезвычайно малы; отсюда следует, что при всех миллионах клеток, поглощающих пищевые материалы и кислород из этой жидкости и выбрасывающих в нее отходы жизнедеятельности, скоро наступит время, когда не останется ни пищи, ни кислорода для усвоения, ни емкости для удержания отходов жизнедеятельности. Если бы такое положение дел действительно имело место, метаболизм подошел бы к концу, и результатом была бы смерть; очевидно, должны быть какие-то средства поддержания постоянного обновления жидкостей организма в отношении того, что клеткам необходимо для их метаболизма, и постоянного удаления отработанных веществ, которые клетки выделяют. Способ, которым осуществляется это обновление, прост; часть жидкости организма отделяется от остальной системой трубок, известных нам как кровеносные сосуды, и эта часть поддерживается в движении; через определенные промежутки вдоль системы расположены станции, на которых движущаяся жидкость может обмениваться веществами с жидкостью, которая фактически находится в контакте с клетками; таким образом, неподвижная жидкость может получать из движущейся жидкости материалы, которые клетки, в свою очередь, постоянно извлекают из нее, и может передавать движущейся жидкости продукты, которыми клетки непрерывно ее снабжают.



ДИАГРАММА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ, КАК ДВИЖУЩАЯСЯ ЖИДКОСТЬ ОРГАНИЗМА ОБНОВЛЯЕТ НЕПОДВИЖНУЮ И САМА ОБНОВЛЯЕТСЯ В ЛЕГКИХ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОМ ТРАКТЕ И ПОЧКАХ

Все, что необходимо для завершения успешной работы системы, - это иметь дополнительные станции, на которых движущаяся жидкость может получать запасы пищевых материалов и кислорода, и станции, где она может избавляться от отходов, которые она накапливает из неподвижной жидкости, и должен быть насос, с помощью которого движущаяся жидкость поддерживается в движении. Мы знакомы с движущейся жидкостью под названием кровь; система трубок, по которым она движется, - это кровеносные сосуды; насос, поддерживающий ее в движении, - это сердце; различные станции снабжения включают органы пищеварения, легкие и почки. В последующих главах будет подробно описана работа всех этих станций. Настоящий план был дан для того, чтобы в общих чертах показать, как решается проблема метаболизма в высокоорганизованных организмах, в которых отдельные клетки не имеют прямого доступа к пище или кислороду.

ГЛАВА VI

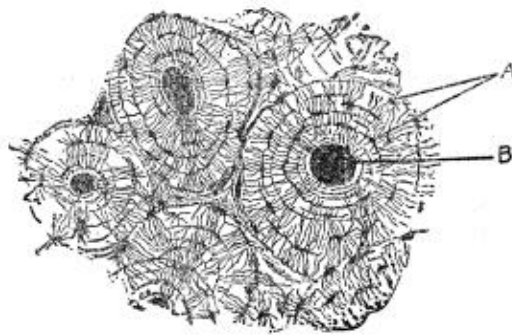
ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА

ПОСКОЛЬКУ протоплазма настолько мягкая и хрупкая, ее необходимо поддерживать во всех животных и растениях, за исключением самых крошечных. Природа поддерживающего каркаса имеет большое отношение как к форме, так и к работе тела, поэтому желательно, чтобы мы ознакомились с ним, прежде чем пытаться продвинуться дальше в изучении самой живой протоплазмы.

Большое тяжелое тело, подобное человеческому, требует устройства для поддержки, которое должно соответствовать нескольким условиям. Прежде всего, должны быть сила и жесткость в сочетании с гибкостью, так что тело в целом должно быть твердым, но не ригидным. Вес также должен быть как можно меньше. Тогда каждая отдельная клетка и каждая группа клеток, которые мы называем органом, должны надежно удерживаться на своем месте, но не препятствовать свободному выполнению своей функции. Протоплазма должна не только удерживаться на месте, но и из-за своей хрупкости защищаться от повреждений; жизненно важные части требуют более тщательной защиты, чем те, которые менее непосредственно необходимы для жизни. Наконец, всевозможные движения тела зависят от структуры, позволяющей задействовать мышцы, которые являются фактическими органами движения, и, таким образом, сделать их движения эффективными. Таким образом, каркас важен для поддержки, защиты и движения.

Материал, который служит реальной опорой, конечно, не является живым, поскольку живой протоплазме недостает необходимых здесь качеств. Однако он вырабатывается и вводится в действие живыми клетками. Они делают это, извлекая специальные материалы, необходимые из жидкости организма, которая их окружает; по большей части то, что они получают из жидкости, - это не готовое вещество, а материал, из которого живые клетки производят готовое вещество. Затем он выходит из их тел и откладывается в окружающем пространстве. Конечно, это постепенный процесс. Постепенно структура кости, хряща или соединительной ткани, в зависимости от обстоятельств, создается в результате совместной деятельности многих клеток.

Из трех видов вспомогательного материала, упомянутых выше, кость является наиболее известной. Нет необходимости описывать ее внешний вид, поскольку все видели, как она проявляется у мясных животных и птицы, и точно так же она выглядит у человека. Однако в кости есть несколько особенностей, которые заслуживают описания. Одним из них является устройство, при котором очень твердый, плотный материал откладывается большими массами, не отрывая клетки, осуществляющие отложение, от их контакта с жидкостью организма, и таким образом разрушая их и доводя их работу до конца. Как это делается, можно понять, рассмотрев рисунок, показывающий структуру кости. Вначале костные клетки располагаются рядом с одним из крошечных кровеносных сосудов, известных как *капилляры*, которые являются пунктами обмена веществ между кровью и неподвижной частью жидкости организма. Таким образом, эти клетки расположены благоприятно для получения материалов, из которых может быть сконструирована кость. В процессе формирования кости они всегда оставляют открытыми крошечные проходы между собой и кровеносным капилляром. Наконец, капилляр может полностью окружиться костью, но на всем протяжении в нем останутся проходы, по которым жидкость может проникать из крови туда, где клетки заключены в костные стенки их собственной конструкции. Метаболизм костных клеток протекает не очень активно; количество костного вещества, которое одна костная клетка должна произвести за день, составляет лишь малую долю от количества слюны, например, которое вырабатывает одна клетка слюнной железы за то же время; таким образом, костная клетка может справиться с этим, даже если запас материала поступает к ней через несколько очень крошечных каналов в кости.



ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ КОМПАКТНОЙ КОСТИ ИЗ СТЕРЖНЯ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ
А - костные клетки; Б - кровеносные капилляры. (Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Еще одной интересной особенностью кости является легкость, с которой она может быть реконструирована. Мы склонны думать о кости как о постоянной после того, как она однажды сформировалась, но на самом деле кость примерно так же подвержена изменениям, как и любая из более мягких тканей. Это происходит потому, что внутри костей и вокруг них, в дополнение к костеобразующим клеткам, находится огромное количество клеток различного внешнего вида, которые можно назвать костеразрушающими клетками. Эти последние обладают способностью растворять твердый материал, отложенный костеобразующими клетками. Хорошие примеры их работы можно увидеть во впадинах длинных костей. Мы, конечно, знаем, что кости в ноге ребенка настолько меньше, чем в ноге взрослого, что они почти помещаются во впадинах последней. Очевидно, что костное вещество было перемещено наружу в процессе роста. Поскольку костеобразующие клетки добавляют материал к внешней поверхности кости, клетки, разрушающие кость, растворяют его с внутренней поверхности. То же самое происходит по всему телу. Лицо ребенка растет за счет увеличения размеров костей. И снова внутренние поверхности растворяются. Очевидно, одним из условий, которое активизирует клетки, разрушающие кость, является постоянное давление. Хороший пример этого можно увидеть в так называемом флюсе. Если зуб изъязвляется, у его корня образуются газ и гной, которые не могут выйти наружу, поскольку он полностью окружен костью. Соответственно, они давят на окружающую кость, а также на чувствительные ткани, что приводит к сильной боли. Давление на кость запускает большую активность клеток, разрушающих кость, и в течение нескольких дней они растворяют отверстие прямо в кости, позволяя газу и гною выходить наружу и облегчая боль.

В последние годы школьные власти много говорили о важности регулировки школьных кресел и парт таким образом, чтобы они находились на надлежащей высоте для конкретных детей, которые должны их занимать. Это связано с тем, что если ноги часами не отрываются от земли, как это происходит, если сиденье слишком высокое, или если тело приходится поворачивать, чтобы ребенок мог работать за своим столом, как это происходит, когда стол слишком низкий, существует реальная опасность того, что некоторые кости могут деформироваться. Большая часть сутулых плеч и многие искривленные спины, которые мы видим, являются результатом привычного принятия неправильных поз. У детей, как и у взрослых, следует выработать привычку стоять и сидеть настолько прямо, чтобы ни одна из костей не подвергалась давлению, которое может привести к их деформации.

После потери зубов костные впадины, в которых они находятся, растворяются, делая челюсти намного мельче, чем раньше, что объясняет сокращение расстояния между подбородком и носом у пожилых людей. Важным результатом такого растворения кости костеразрушающими клетками является то, что кости остаются как можно более легкими без чрезмерного ущерба прочности.

Вторым видом поддерживающего материала является хрящ. Он более мягкий и эластичный, чем кость. Он обнаруживается в местах, где гибкость важнее большой силы, например, в ушах, частях носа чуть ниже переносицы, кадыке и дыхательной трубке. Главное различие в строении кости и хряща заключается в том, что в то время как в кости около трех четвертей неживого вещества состоит из солей извести, в хряще этого материала почти нет, всю массу составляют органические вещества. В организме нет живых клеток, которые были бы расположены более неудачно с точки зрения получения запасов жидкостей организма, чем клетки хряща, поскольку, поскольку они откладывают хрящ вокруг себя, они не оставляют определенных проходов, через которые может проходить жидкость; материал полностью закрывает клетки. Хотя хрящ выглядит совершенно непористым, в нем должна присутствовать некоторая степень губчатости, поскольку клеткам действительно удастся получать материалы, от которых зависит их жизнедеятельность. Хрящ, по-видимому, является более примитивным видом несущего вещества, чем кость. Об этом свидетельствует тот факт, что она составляет весь скелет у низших рыб, а также тот факт, что у высших животных, включая человека, костный скелет начинается, по большей части, с хряща. В тех частях, в которых это происходит, масса хряща откладывается на том месте, которое позже будет занято костью. Затем в определенные моменты хрящ начинает растворяться разрушающими хрящ клетками, которые в точности похожи на разрушающие кость клетки, и костеобразующие клетки приходят и наращивают настоящую кость так же быстро, как удаляется хрящ. Этот процесс замены хряща костью практически завершается при рождении, за исключением длинных костей ног и рук. Эти кости, длина которых увеличивается примерно вдвое в течение роста тела до размеров взрослой особи, а также другие кости, которые в некоторой степени растут, сохраняют хрящевые пластинки на каждом конце в течение всего периода роста, и увеличение длины достигается за счет непрерывного образования нового хряща, который постоянно заменяется костью.

Третий вид поддерживающего материала - соединительная ткань. Он состоит из крошечных нитей или волокон, некоторые из которых неэластичны, другие - очень эластичны. Неэластичные волокна находятся в местах, где требуется гибкая, но неподатливая опора; эластичные волокна расположены там, где эластичность особенно важна. Любой вид волокна может быть сгруппирован в листы, или в рыхлые сети, или в прочные шнуры. Хорошим примером неэластичной соединительной ткани в виде листа является *брыжейка*, которая удерживает органы брюшной полости на месте. Непосредственно под кожей, свободно прикрепляя ее к нижележащим мышцам, находится соединительная ткань в форме сети. Сухожилия, с помощью которых большинство мышц прикрепляются к костям, на которые они натягиваются, состоят из неэластичной соединительной ткани в виде тяжей. Лучшим примером эластичной соединительной ткани являются крупные артерии, которые столь же эластичны, как резиновые трубки самого высокого качества. Другим хорошим примером является большой и прочный эластичный шнур, который проходит вдоль задней части шеи у крупного рогатого скота и овец и помогает поддерживать вес головы. Волокна соединительной ткани откладываются живыми клетками соединительной ткани. Поскольку соединительная ткань имеет открытую и относительно рыхлую структуру, проблем с снабжением клеток материалом не возникает. Ячейки между волокнами заполнены жидкостью, и эта жидкость, в свою очередь, легко соединяется с кровью. Всякий раз, когда делается подкожная инъекция, используется избыток жидкости в соединительнотканых пространствах организма, поскольку делается это путем введения желаемого вещества в жидкость, которая заполняет пространства в соединительной ткани непосредственно под кожей, надеясь, что оттуда оно попадет в кровь, что происходит довольно постепенно, и таким образом распределяется по всему телу.

Раз уж мы затронули тему несущего каркаса, необходимо кое-что сказать о группировании костей в то, что мы знаем как скелет. Конечно, очевидно, что эффективность костной части каркаса почти полностью зависит от способа, которым отдельные кости сгруппированы вместе. Если бы весь скелет состоял из одной большой кости или из разных костей, прочно скрепленных

вместе, тело было бы совершенно жестким; поскольку движение необходимо для жизни, гибкие соединения между некоторыми костями абсолютно необходимы.

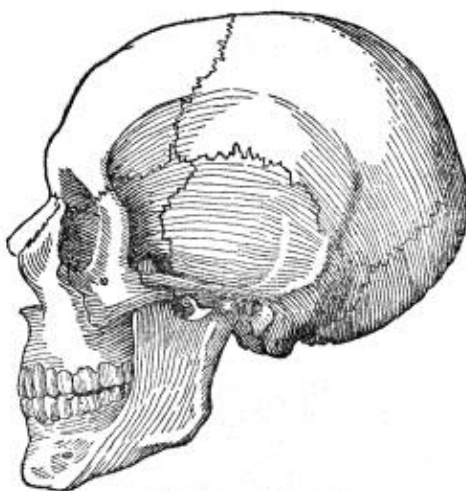


КОСТНЫЙ И ХРЯЩЕВОЙ СКЕЛЕТ
(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Наши движения на самом деле совершаются с помощью мышц, но почти все они становятся эффективными благодаря движениям костей, к которым прикреплены мышцы. Кости часто имеют очень неправильную форму; тщательное изучение показывает, что неровности обусловлены либо обеспечением контакта одной кости с другой в суставах, контакта, который в большинстве случаев должен обеспечивать движение одной кости по другой, либо обеспечением мест, к которым мышцы могут быть прикреплены таким образом, чтобы сделать их натяжение эффективным. Конечно, о том, чтобы исследовать скелет кость за костью, не может быть и речи. Приведены рисунки ряда типичных костей: все, что мы можем сделать дополнительно, это упомянуть некоторые интересные особенности скелета.

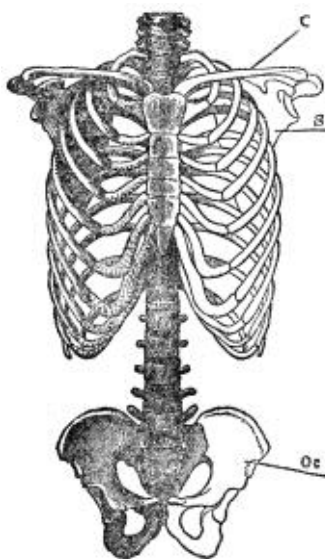
Скелет головы называется черепом; его главными особенностями являются мозговая оболочка, глазницы и части вокруг носа и рта. Мозговая оболочка состоит из восьми костей, прочно соединенных между собой пилообразными краями, образуя примерно сферическую коробку, которая удерживает мозг и защищает этот нежный и жизненно важный орган от любых повреждений, за исключением самых серьезных. Из мозговой оболочки выходит несколько небольших отверстий, через которые проходят нервы, и одно большое отверстие ниже и сзади, через которое спинной мозг впадает в головной. Кости, образующие боковые стенки мозговой оболочки, сильно утолщены сразу за ушами. От каждого уха в кость уходит углубление, и внутри этого углубления, надежно защищенного от повреждений, находится собственно орган слуха. Существуют расширения полости кзади, которые не заняты никакими органами и которые сообщаются с полостью уха. Иногда они инфицируются из уха, вызывая состояние, известное как мастоидит. Это состояние не только мучительно болезненно, но и из-за тонкого слоя кости, отделяющего его от самого мозга, оно очень опасно. По этой причине следует внимательно

следить за любыми проблемами с ушами, чтобы они не переросли в проблемы с сосцевидным отростком.



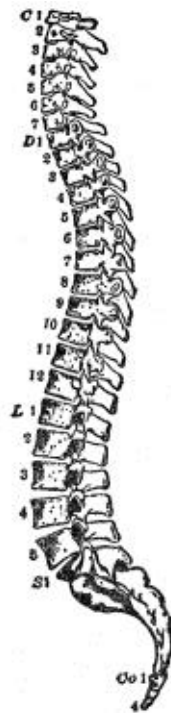
ВИД ЧЕРЕПА СБОКУ

О костях, из которых состоят глазницы, не нужно много говорить, за исключением того, что они имеют большое значение для определения формы верхней части лица и, следовательно, внешнего вида. Внутри ноздрей есть косточки очень неправильной формы. Их действие заключается в значительном увеличении поверхности, по которой должен проходить вдыхаемый воздух, что позволяет ему стать одновременно теплым и влажным, прежде чем попасть в легкие. Челюстные кости служат вместилищами для зубов; нижняя челюсть, которая является единственной подвижной костью головы, за исключением крошечных ушных косточек, также выполняет функцию мельницы для измельчения пищи до формы, пригодной для проглатывания. Чтобы облегчить выполнение этой функции, нижняя челюсть шарнирно соединена с остальной частью черепа таким образом, что она не только открывается и закрывается, но и может скользить вперед и назад или из стороны в сторону. Все эти движения используются при жевании. Всего в черепе двадцать две кости, не считая трех крошечных в каждом ухе, которые будут описаны позже.



ВИД СПЕРЕДИ СВОДОВ ТУЛОВИЩА И КОНЕЧНОСТЕЙ

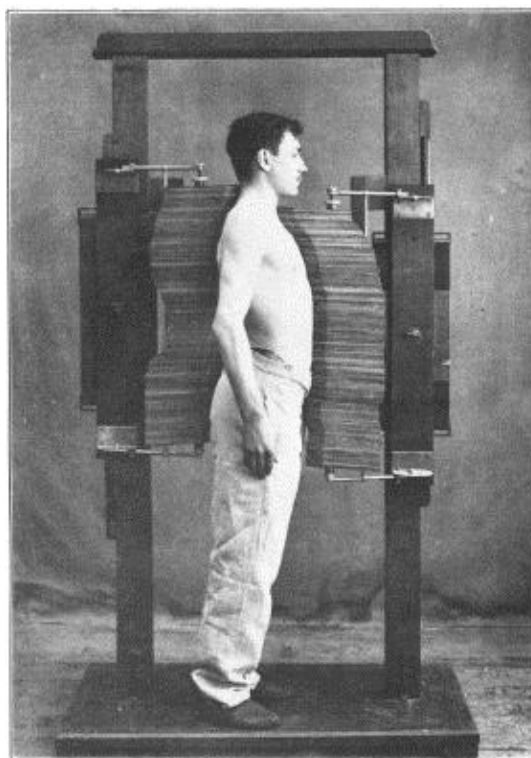
с, ключица; s, лопатка; Ос, безымянная кость (Из “Человеческого тела” Мартина)



ВИД ПОЗВОНОЧНИКА СБОКУ

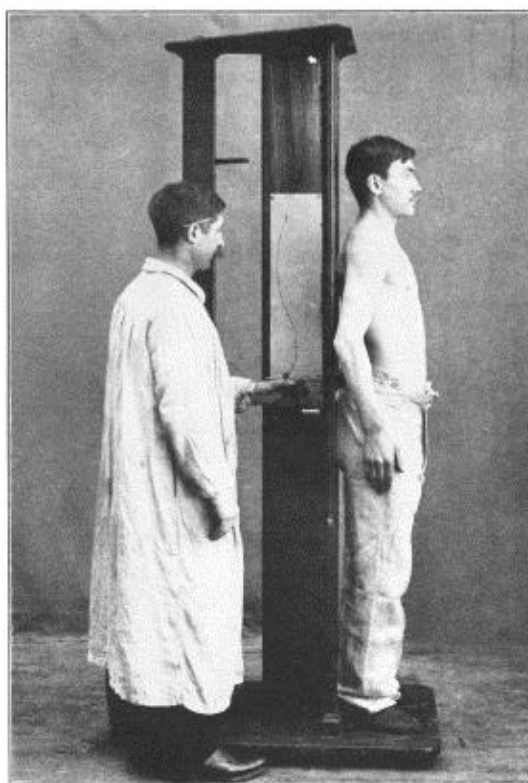
**С 1-7, шейный ОТДЕЛ; D 1-12, спинной; L 1-5, поясничный отдел; S 1, крестец; Co 1-4, копчиковая кость. (Из книги
Мартина “Человеческое тело”)**

Тело состоит из туловища и конечностей, и каждая часть имеет свой скелет. Скелет туловища состоит из позвоночного столба, грудной клетки, плечевого пояса и тазобедренного пояса. Все скелеты конечностей расположены по единому плану, который будет описан позже.



Фото, А. Н. Мирзаофф

ФРАНЦУЗСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ, СЧИТАЮЩИЙСЯ ВАЖНЫМ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ



Фото, А. Н. Мирзаофф

ИЗГИБ ПОЗВОНОЧНИКА, ИЗМЕРЕННЫЙ И НАРИСОВАННЫЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СПОРТСМЕНА

Позвоночный столб является замечательным примером силы в сочетании с гибкостью и эластичностью. Он состоит из тридцати трех костей или *позвонков*; каждая из них имеет часть в форме диска, известную как *тело*, и эти диски расположены в линию, как показано на рисунке. Между каждым диском и его соседом находится эластичная прокладка, состоящая из смеси хряща и эластичной соединительной ткани. В каждой подушечке содержится небольшое количество *give*, и этого, распределенного по всей длине позвоночного столба, достаточно, чтобы придать ему большую гибкость, которой он обладает. В течение дня вес тела сильно сдавливает эти подушечки, так что говорят, что ночью мужчина может быть на целый дюйм короче, чем утром. Позади диска каждый позвонок имеет костную дугу, а за пределами и рядом с этой дугой большинство из них имеют выступы. Все дуги вместе составляют костный канал, который содержит и защищает спинной мозг. Выступы служат для крепления ребер и мышц спины, с помощью которых совершаются сгибательные движения тела.

Грудная клетка включает грудину и двенадцать пар ребер. Она служит двум целям: защищает сердце и легкие от травм; и участвует в дыхательных движениях. Последняя функция предполагает некоторую степень движения грудной клетки. Все ребра прикреплены сзади к позвоночному столбу таким образом, что позволяют совершать небольшие движения вверх и вниз. Все, кроме последних двух, прикреплены спереди, семь пар к груди, по три пары каждая к ребру над ней. При дыхании грудина и ребра перемещаются вверх и вниз с помощью прикрепленных к ним мышц.

Плечевой пояс состоит из ключиц и лопаток. Каждая ключица прикреплена своим внутренним концом к верхнему краю грудины; это единственный прямой контакт плечевого пояса с любой другой частью скелета туловища; в месте соединения ключицы и лопатки имеется неглубокая чашечка, в которую помещается головка скелета руки. Такое расположение способствует большой свободе движений руки. Плечевой сустав не только очень гибкий из-за неглубокой чашечки, в которую входит кость руки, но и сама лопатка способна совершать значительные движения. Это происходит потому, что он встроен в организм и удерживается на месте мышцами. Если понаблюдать за человеком с обнаженными плечами, когда он поднимает руки, то будет видно, что лопатки движутся не сильно, пока руки поднимаются в горизонтальное положение, но по мере прохождения этой точки они начинают быстро раскачиваться наружу, так что, когда руки высоко подняты над головой, лопатки находятся в совершенно ином положении, чем когда руки опущены.

Тазобедренный пояс состоит из пяти костей позвоночного столба, прочно спаянных вместе, образуя так называемый крестец, и двух других крупных костей, известных как безымянные кости, каждая из которых, в свою очередь, состоит из трех костей, плотно сросшихся вместе. Безымянные кости прочно соединены с крестцом сзади и сходятся спереди, также в прочном суставе. Тазобедренный пояс или *таз* является жестким, что позволяет ему выдерживать нагрузки, которые возникают на нем из-за его положения на стыке ног с туловищем. На внешней стороне каждой безымянной кости имеется чашечка, намного более глубокая, чем соответствующая чашечка плечевого пояса, и в нее помещается головка скелета ноги. Конструкция представляет собой типичную шаровую опору и была во многом скопирована в машиностроении, где требуется гибкое соединение. У очень многих людей соединение безымянных костей с крестцом не такое прочное, но оно несколько поддается при растяжении. Обычные растяжения в этих случаях вызывают сильную боль в спине. Сильное растяжение может вызвать чрезмерно болезненный, а также приводящий к инвалидности вывих. В любом случае необходима медицинская помощь.

Каждую руку можно разделить на плечо, предплечье, запястье и кисть. Скелет плеча представляет собой единую длинную кость. Предплечье состоит из двух костей, одна из которых шарнирно соединена в локте с костью плеча таким образом, чтобы ограничить движение одним движением вперед-назад, на которое способен локоть. Другую кость предплечья можно

перекатить через ту, которая крепко держится в локте; это происходит всякий раз, когда руку переводят из положения ладонью вверх в положение ладонью вниз. В запястье восемь костей; они неправильной формы и сгруппированы таким образом, что обеспечивают очень широкий диапазон движений. Кости кисти и пальцев составляют пять рядов, насчитывающих по четыре кости в каждом для пальцев и по три для большого пальца. Все суставы представляют собой практически простые шарниры, за исключением того, где большой палец соединяется с запястьем, которое является гораздо более гибким суставом; фактически, достаточно гибким, чтобы большой палец можно было расположить напротив любого из пальцев. Ни одно животное, кроме человека, не обладает такой степенью гибкости большого пальца, поэтому ни одно животное не сравнится с человеком в ловкости захвата, особенно небольших инструментов. Когда мы вспоминаем, как постоянно пользуемся этим свойством наших рук, мы можем понять, насколько нашему превосходству над низшими животными способствовало это довольно небольшое структурное различие между нашими руками и их руками.



КОСТИ РУКИ

a - предплечье; b - предплечье; c - запястье; d - кисть

(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Нога подразделяется по тем же линиям, что и рука, на верхнюю часть ноги, или бедро, голень, или голень, и ступню. Порядок расположения костей в целом тот же: одна в бедре; две в голени. Вместо гибкого запястья соответствующие кости стопы сгруппированы в менее гибкие, но гораздо более прочные пятку и верхний подъем. Две кости этой группы сплавлены вместе в одну, что сокращает общее количество с восьми до семи. Кости подъема нижней части стопы и пальцев соответствуют по количеству и расположению костям кисти и пальцев, но большой палец не обладает такой гибкостью, как большой палец. В ноге есть одна кость, коленная чашечка или *надколенник*, которая не соответствует ни одной кости в руке, хотя она соответствует части кости, а именно выступу длинной кости предплечья у локтя. Особенностью скелета стопы, о которой стоит упомянуть, является изгиб подъема. Это, несомненно, значительно облегчает ходьбу. Естественным положением для стопы, конечно, является положение, когда и пятка, и подушечка стопы стоят на земле. По какой-то причине среди цивилизованных людей стало универсальным обычаем отрывать каблук от земли, добавляя каблук к обуви. Похоже, это не имеет большого значения, если каблук не слишком высокий. На самом деле солдаты, носящие правильно подобранную обувь на каблуке, могут маршировать так далеко и быстро, как только можно

ожидать. Чрезмерно высокие каблуки переносят слишком большой вес на подушечку стопы, тем самым сводя на нет преимущества, которые дает изогнутый подъем. Влияние на походку очень заметно у любого, кто ходит в обуви на высоком каблуке. Кажется, что сама ступня не сильно страдает от ношения высоких каблуков при условии, что обувь в остальном хорошо сидит. Независимо от того, высокие у вас каблуки или низкие, посадка обуви имеет первостепенное значение для сохранения ступней. Сжатие ног в обуви, которая слишком мала в любом направлении, является эффективным средством создания проблем с ногами. Носить обувь, которая достаточно свободна, чтобы нога могла переворачиваться внутри обуви, почти так же вредно. Если обувь с самого начала была правильно подогнана, а затем каблуки были выровнены, так что ступни всегда стояли прямо на земле, обычно не возникало особых проблем с опущенными сводами или другими повреждениями стопы.



КОСТИ НОГИ

а - бедро; b - голень; c - стопа; d - коленная чашечка (Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Кости скреплены вместе в подвижных суставах прочными листами или полосами соединительной ткани, известными как связки. Они очень надежно удерживают кости на месте, а в качестве дополнительной поддержки мышцы, окружающие каждый сустав, помогают предотвратить смещение костей. Почти во всех суставах тела совместное действие связок и мышц является достаточным для защиты сустава от вывиха; плечевой сустав и, в меньшей степени, тазобедренный сустав, с большей вероятностью пострадают от этого несчастного случая. Причина в том, что при обретении гибкости движений надежность крепления несколько снижается. Если бы связки в плечевом суставе были достаточно тугими, чтобы предотвратить вывих сустава, они бы связали его в серьезной степени. Большинство связок состоят из неэластичной соединительной ткани, но те, которые скрепляют отдельные позвонки позвоночного столба вместе, эластичны, позволяя сгибаться в любом направлении, что делает наши спины такими же гибкими, какими они есть. Единственными подвижными суставами, которые связаны другими средствами, кроме связок, являются соединения ребер с грудиной. Они состоят из хряща, но движение здесь настолько незначительное, что хрящ прогибается достаточно, чтобы это было возможно.

На этом наш рассказ о костном скелете завершен. Мы завершим описание опорного каркаса словом о том, что можно назвать соединительнотканым скелетом. Костный скелет служит для поддержки тела в целом и позволяет мышцам выполнять свою работу; отдельные органы и составляющие их клетки удерживаются на месте с помощью листов и полос соединительной

ткани. Они грубые и прочные, когда их назначение - поддерживать большой и тяжелый орган, такой как желудок; они становятся все тоньше по мере того, как части, подлежащие поддержке, становятся меньше, а когда достигаются отдельные клетки, соединительная ткань, которая их окружает, становится почти невообразимо нежной. Соединительная ткань настолько полно пронизывает все тело, что было сказано, что если бы все остальное можно было растворить, оставив на месте только эту ткань, все равно осталась бы модель тела, завершенная до мельчайших деталей.

ГЛАВА VII

ХОДАТАЙСТВО

Наше описание тела теперь достигло той точки, когда мы можем подробно рассмотреть особую деятельность различных видов клеток. Первое, что следует рассмотреть, - это движение, как потому, что это знакомый признак жизни, как указывалось в первой главе, так и потому, что оно имеет очень большое отношение ко всему, что входит в жизнь. Вероятно, нет животных, которые прожили бы всю свою жизнь, не совершая никаких активных движений, хотя некоторые паразиты, такие как солитер, большую часть времени находятся в неподвижном состоянии. Существует множество различных способов, с помощью которых осуществляются движения. Простейшие животные, состоящие всего лишь из кусочков протоплазмы, движутся, заставляя протоплазму течь в том или ином направлении, причем выступ части протоплазмы уравнивается удалением равной части с противоположной стороны, и вся масса продвигается в направлении первого выступа. Следующим за этим простейшим средством является движение крошечных нитей протоплазмы, которые выступают за пределы поверхности клетки и колыхнутся взад-вперед. Движение этих нитей, или *ресничек*, как их еще называют, сильнее в одном направлении, чем в другом, поэтому результатом их биения является перемещение ячейки, частью которой они являются, в одном направлении по воде; или, если они находятся на неподвижной поверхности, они создают ток в самой воде. Это последнее является средством, с помощью которого устрицы и подобные им животные, прикрепленные к скалам, добывают себе пищу. У некоторых одноклеточных животных есть только одна или две большие реснички на одном конце; они бьются взад-вперед, толкая животное так же, как плавает рыба.

Самым распространенным, а также наиболее эффективным средством совершения движений являются клетки, специально разработанные для этой цели. Они называются мышечными клетками, и каждое высокоорганизованное животное зависит от них в большинстве, если не во всех движениях, которые происходят в его теле. В мышечных клетках функциональный метаболизм принимает форму насильственных изменений формы клеток, с помощью которых осуществляются телесные движения. Мышечную клетку можно было бы описать как механическое устройство для преобразования химической энергии горящего топлива в энергию движения. Нечто подобное мы имеем в автомобильном цилиндре, где энергия, полученная при взрывном горении газовой смеси, приводит в движение поршень и, таким образом, приводит в движение автомобиль. Конечно, эти два устройства даже отдаленно не похожи в том, как они работают на самом деле; их сходство заключается исключительно в общем преобразовании одного типа энергии (химической) в другой тип (движение).

В нашем организме есть три вида мышечных клеток. Самые простые - это те, которые находятся в стенке желудка, кишечника и других внутренних органах, способных к движениям; следующий вид находится только в сердце; третий, и самый сложный, составляет основную часть нашей мышечной ткани; именно мышцы двигают кости. Первый вид, поскольку при исследовании в микроскоп на нем не видно особых отметин, обычно называют гладкой мускулатурой; второй вид известен как сердечная мышца; третий вид, поскольку он приводит в движение скелет, называется скелетной мускулатурой. Мы уделим большую часть нашего внимания этому третьему виду мышц, потому что это гораздо более эффективный механизм, чем другие, а также потому, что он связан с нашими общими движениями тела, а не с движениями внутренних органов.

Отдельная клетка скелетной мышцы представляет собой чрезвычайно тонкое волокно, намного меньше тончайшей нити; оно также может быть очень коротким, не более двадцати пятой части дюйма в длину, а может достигать и дюйма в длину. Мышца состоит из многих из этих волокон, сгруппированных рядом в пучки, а также, если мышца длинная, расположенных конец к концу. Волокна удерживаются на месте и скрепляются вместе соединительной тканью. Нежирное

мясо состоит из тысяч таких мышечных клеток с их соединительнотканными соединениями. В мясе грубого помола относительно больше соединительной ткани и меньше собственно мышечной, чем в более тонких сортах. В каждой мышце соединительная ткань достаточно рыхлая, чтобы позволить жидкости организма проникать между мышечными клетками. Кровеносные сосуды также распределены по мышечной массе между клетками; таким образом обеспечивается их питание.

Хотя не все мышечные клетки в точности равны по мощности, в целом *сила*, которую может продемонстрировать мышца, равна силе одной клетки, умноженной на количество клеток, которые могут присоединиться к тяге. Сильная мышца должна иметь много клеток рядом друг с другом; другими словами, она должна быть толстой. Кроме того, *расстояние*, через которое мышцы способны совершать движения зависит от их длины, так что мышца, которая должна потянуть за собой значительный путь должен быть длинным, и с одной мышечной клетки короче там будет очень много клеток конца в конец, чтобы все мышцы достаточно долго для его задач. Следовательно, фактический состав и расположение мышц в теле частично зависят от толщины и длины, необходимых для выполнения конкретной работы, и частично от архитектуры той части тела, где расположена мышца. Например, самая сильная мышца в теле - это та, с помощью которой человек поднимается на носки. Эта мышца работает, подтягивая заднюю часть пятки вверх. Если бы он располагался прямо на лодыжке, где и должен был бы находиться, если прикрепить его непосредственно к месту приложения силы, можно легко представить возникающую в результате неуклюжесть. Перемещая его до середины голени, вы создаете пространство для большой мышечной массы, необходимой для работы. Соединение с пяткой осуществляется с помощью длинного и очень прочного сухожилия, известного как Ахиллесово сухожилие, потому что это была та часть, которую мать Ахиллеса не смогла погрузить, когда окунала младенца в реку Стикс, чтобы сделать его неуязвимым. Другими не менее хорошими примерами являются мышцы для работы пальцами. Если поместить их в кисти, последние были бы слишком громоздкими и неуклюжими для любого эффективного использования. Располагая их на предплечьях так, чтобы они не мешали, и соединяя их с пальцами длинными сухожилиями, кисти рук становятся деликатными.

Мышцы рук и ног расположены группами вокруг суставов, и эти группы всегда включают противоположные группы. Таким образом, если сустав представляет собой простой шарнир, как в локте, где единственно возможное движение - вперед-назад, то будет одна мышца, которая сгибает сустав, и другая противоположная мышца, которая снова его выпрямляет. Первый известен как *сгибатель*; второй - как *разгибатель*. В руке бицепс на верхней поверхности является сгибателем, а трицепс на нижней стороне - разгибателем. Суставы, которые позволяют двигаться в нескольких направлениях, имеют соответственно больше противоположных наборов мышц, действующих на них. Та же схема применима и к туловищу, но поскольку в туловище вместо нескольких очень подвижных суставов мы имеем целый ряд слегка подвижных позвонков, группировка мышц более сложная. Не все скелетные мышцы работают в суставах. Язык, мышцы губ и вокруг глаз, мышцы передней части живота и некоторые другие прикреплены к костям только с одного конца или не прикреплены вовсе и выполняют свою работу, натягивая друг друга.



БИЦЕПС И КОСТИ РУКИ

(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

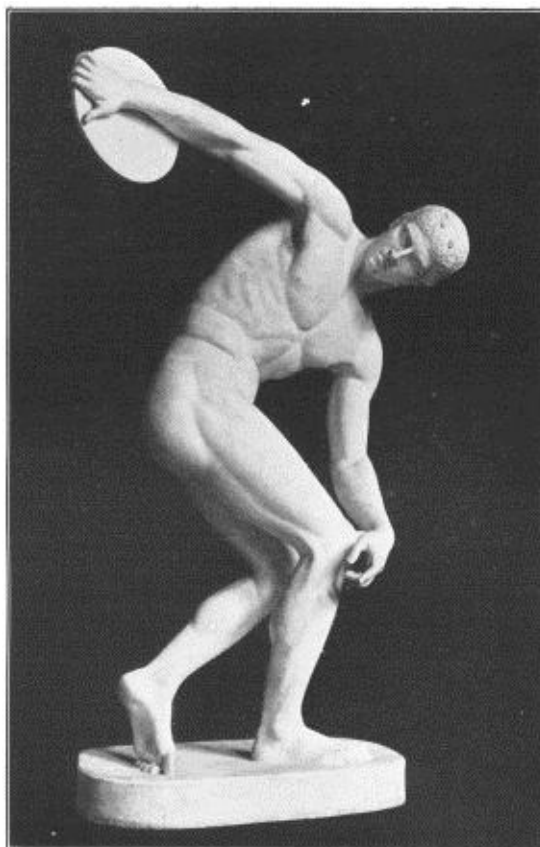
В предыдущих параграфах мы видели, что движения, производимые мышцами, отражают их функциональный метаболизм, а также что действия целых мышц - это просто сумма действий отдельных клеток. Наша нынешняя задача состоит в том, чтобы увидеть, как действуют мышцы; другими словами, изучить их функциональный метаболизм. Одна особенность, которую следует иметь в виду с самого начала, заключается в том, что функциональный метаболизм мышечных клеток находится под контролем; они не запускаются случайным образом, а только при запуске. Это более или менее верно для функционального метаболизма всех клеток у высокоорганизованных животных. Фактор, который их запускает, называется стимулом. Чтобы представить себе, как действуют стимулы, нам придется на мгновение задуматься о состоянии дел в клетках в состоянии покоя. Как мы пытались прояснить, клетки в состоянии покоя не застаиваются; внутри них постоянно происходит более или менее активный основной метаболизм. Этот метаболизм такого рода, что он не нарушает баланс, существующий внутри клетки. Различные химические процессы продолжают, расходуя материал и производя отходы, но без запуска дополнительных химических процессов функционального метаболизма. Между тем вещества, необходимые для этого последнего, присутствуют в клетке, так что при возникновении нарушения, которое мы называем стимулом, происходит увеличение общего объема метаболизма, причем дополнительными химическими процессами являются те, которые выполняют особую функцию клетки. В случае мышечных клеток раздражитель обычно достигает их через нервную систему, хотя в качестве раздражителей могут действовать удары электрическим током, некоторые раздражающие химические вещества и, возможно, один или два других вида нарушений. Эффект стимула заключается в запуске определенных химических процессов; они, в свою очередь, вызывают принудительное сокращение, которое происходит в активных мышцах. В скелетных мышцах сокращение может быть очень быстрым; мышца может сокращаться и снова расслабляться быстрее, чем может уследить глаз. Это верно для температуры нашего тела. У холоднокровных животных, таких как рыба или лягушки, мышцы становятся вялыми, когда им холодно. Мы видим здесь одно из преимуществ, которым мы наслаждаемся, имея тела, температура которых остается одинаковой круглый год; если бы наши тела охлаждались в холодную погоду, как у лягушек, нам пришлось бы поступать так же, как и им, становиться неактивными всякий раз, когда погода становится холодной. Когда каждая мышечная клетка укорачивается, она натягивает окружающую ее соединительную ткань; она сообщается с соединительной тканью других клеток, и вся соединительная ткань в мышечной массе прикрепляется к очень прочным листкам или жгутам из них на концах, которые называются сухожилиями, с помощью которых мышцы прикрепляются к костям. Таким образом, хотя притяжение любой отдельной ячейки настолько слабо, что едва поддается измерению, когда сотни или тысячи из них тянут все одновременно, эффект может быть очень мощным.

Мы знакомы с очень широким диапазоном усилий, которые могут прилагать наши мышцы. Они могут сокращаться с предельной деликатностью, как когда мы держим в пальцах яйцо колибри, или они могут тянуться с силой в несколько сотен фунтов в наших самых крупных мышцах. Конечно, такая возможность вариации имеет большое преимущество при использовании

наших мышц. Это зависит от очень большого количества отдельных волокон, из которых состоят даже наши самые маленькие мышцы. Всякий раз, когда сокращается какое-либо отдельное волокно, оно тянется на полную катушку; если активизируются только несколько волокон, напряжение всей мышцы будет незначительным; по мере того, как в действие вступают другие, будет прилагаться больше силы; мышца продемонстрирует свою максимальную мощь, когда все волокна сокращаются одновременно. Мы осознаем большее умственное усилие, когда совершаем мощное мышечное сокращение. Это можно объяснить большей нервной разрядкой, необходимой для возбуждения всех мышечных волокон одновременно.

Одна особенность мышечного действия требует дополнительного слова. Это временная потеря мощности, возникающая в результате слишком длительного использования, которая называется *усталостью*. Мы знаем, что хорошо сконструированная машина может работать изо дня в день, не останавливаясь для отдыха; почему наши мышцы не могут делать то же самое? Очевидно, что необходимость отдыха сокращает возможности жизни больше, чем что-либо другое; наша реальная жизнь составляет всего две трети от продолжительности, исчисляемой годами, потому что одну треть времени мы вынуждены проводить во сне. Конечно, мышечная усталость - не единственный вид; существует также нервная усталость, о которой кое-что будет сказано позже. Активность наших мышц основана на функциональном метаболизме; отсюда следует, что усталость также обусловлена метаболизмом. Мы можем представить себе два способа, которыми метаболизм может вызвать переутомление; первый из них заключается в израсходовании материалов, обеспечивающих энергию; очевидно, что ни одна клетка не может продолжать работать после того, как они исчерпали свои запасы топлива. Второе вытекает из того факта, что при метаболизме образуются ненужные продукты. Известный факт химии заключается в том, что когда вещества, образующиеся в ходе химических процессов, не удаляются, они мешают самим процессам. В активных мышцах происходит очень быстрый метаболизм и образуется большое количество отходов жизнедеятельности; они должны выводиться из клеток в окружающую жидкость, а оттуда, в свою очередь, выводиться кровью. Мы можем легко представить, что это может происходить не так быстро, как необходимо, чтобы клетки не становились более или менее засоренными; фактически, это именно то, что происходит, так что мышцы начинают проявлять усталость за некоторое время до того, как их запасы топливного материала будут израсходованы.

Одним из известных признаков мышечной усталости является то, что болезненность, указывающая на то, что усталость действительно присутствовала в большом количестве, возникает гораздо чаще, когда мы используем наши мышцы непривычными способами, чем когда они тренируются по привычке.



Фото, Музей метрополитен

МЫШЕЧНОЕ РАЗВИТИЕ СПОРТСМЕНА—МЕТАТЕЛЯ ДИСКА МИРОНА



Каждый, кто занимается физическим трудом, по опыту знает, что когда он получает новую работу, требующую иного использования мышц, чем он привык, его мышцы очень болят, пока он не “сломается”. После этого, хотя он выполняет столько же или даже больше работы, чем вначале, у него больше не болят мышцы. Это объясняется двумя причинами. Во-первых, всякий раз, когда мы совершаем непривычное движение, мы чрезмерно стимулируем наши мышцы; то есть мы задействуем больше волокон, чем необходимо для выполнения работы; по мере того, как движение становится привычным, мы сокращаем действие до того, которое просто соответствует требованию. Таким образом, при выполнении незнакомых движений происходит гораздо больший метаболизм, чем необходимо. Затем, во-вторых, в каждой мышечной клетке, как раз в том месте, где нерв соединяется с мышцей, есть участок, который легче устает, чем любая другая часть мышечной клетки. Эта точка, утомляясь первой, имеет тенденцию вовремя останавливать метаболизм, чтобы предотвратить серьезное переутомление остальной части клетки. Только когда мы настолько заинтересованы в том, что делаем, что не обращаем внимания на усталость в этом безопасном месте, или когда необходимость удерживает нас на работе после того, как мы бы уволились, если бы поступили по-своему, мы ускоряем метаболизм до такой степени, что возникает мышечная боль. Другие виды усталости, включая чувство истощения, возникают из-за воздействия на нервную систему и будут описаны, когда мы представим эту систему перед нами.

Прежде чем мы оставим тему скелетных мышц, будет интересно сказать несколько слов о различных видах движений, которые они вызывают. Мы уже видели, что они работают, растягивая суставы, и у нас нет намерения подробно останавливаться на этой теме. Что мы хотим здесь сделать, так это сгруппировать движения тела в несколько классов, независимо от того, какие суставы на самом деле двигаются. Первым и самым важным является *передвижение*; под этим мы подразумеваем любые движения, которые перемещают тело из одного места в другое. Под этим понятием мы понимаем ходьбу, бег, плавание, прыжки; у птиц - полет. Следующим по порядку идет *хватание*; сюда входят все движения, с помощью которых мы хватаемся за что-либо. Мы можем осознать важность этой группы движений, если подумаем, что наши передние конечности являются специфически хватательными органами, в то время как у подавляющего большинства животных они являются органами передвижения наряду с задними конечностями. Первоначально хватание, несомненно, было связано с добыванием пищи и не более того. У цивилизованного человека мы вдобавок имеем дело с использованием всевозможных инструментов, от самых грубых до тончайших. У большинства четвероногих животных главным органом хватания является рот. Мы все еще в какой-то степени используем наш рот как хватательные органы и, вероятно, могли бы научиться еще больше использовать его в этом направлении, если бы были вынуждены к этому. *Жевание* и *глотание* составляют группу движений, связанных в первую очередь с обработкой пищи после того, как она была схвачена. О них не нужно много говорить. В небольшой степени, но большое значение имеют движения, связанные с *чувственным восприятием*; к ним относятся главным образом движения тела, шеи и глаз при *зрении*; мы постоянно поворачиваемся, чтобы посмотреть на что-то; у таких животных, как лошади, движения ушей очень помогают *слышать*; и как человек, так и животные совершают обнюхивающие движения, чтобы усилить остроту *обоняния*. Существует группа движений, посвященных *постановке голоса* (включая дыхание). У человека голосовые связки, язык и мышцы щек являются главными мышцами, имеющими отношение к голосу, не считая дыхательных мышц, которые, конечно, необходимы. Интересными особенностями голосовых связок являются исключительная тонкость их работы, позволяющая опытным певцам воспроизводить тональность, изменяющуюся всего на несколько колебаний в секунду, и поразительная точность контроля нервов над ними, так что хорошие певцы могут с абсолютной уверенностью настроить их на напряжение, необходимое для получения определенного тона. Язык - это не отдельная мышца, а совокупность нескольких мышц, взаимодействующих друг с другом. Он играет важную роль как в

выработке голоса, так и в пережевывании пищи. Как орган голосообразования, он помогает, изменяя форму полости рта. Речь в значительной степени зависит от этого, поскольку не напряжение голосовых связок, а форма рта и горла определяет произношение букв и слогов.

В дополнение к этим знакомым видам использования мышц есть еще одно применение, которое не менее важно, но о котором мы склонны думать меньше. Это их использование в связи с осанкой, принятием и удержанием определенных положений тела. Осанка отличается от других мышечных действий по нескольким параметрам. Во-первых, это устойчивое, но довольно слабое напряжение, которое может сохраняться без заметного утомления в течение длительного периода; все другие формы мышечных сокращений довольно быстро вызывают сильную усталость, если их удерживать постоянно. Во-вторых, нервный контроль позы, по-видимому, в некоторых отношениях отличается от нашего обычного контроля над мышцами. Наконец, есть некоторые сомнения относительно того, являются ли сокращения самих мышц одинаковыми. Измерения функционального метаболизма позы показывают, что он намного меньше, чем можно было бы ожидать, если бы мышечные действия были обычного типа. Это, конечно, объясняет, почему поза менее утомительна, чем другие формы активности.

Два других вида мышц, сердечная мышца и гладкая мышца, должны иметь краткое описание. Сердечная мышца сокращается быстро и мощно, как и скелетная. Оно отличается от скелетного тем, что не зависит от нервной стимуляции, заставляющей его сокращаться; сердце может быть полностью вырезано из тела и будет продолжать биться в течение короткого времени; у холоднокровных животных, таких как лягушки или черепахи, в течение длительного времени. Это не могло бы быть правдой, если бы сердечная мышца приводилась в действие нервами. Помимо того, что сердечная мышца работает автоматически, она демонстрирует особенность, заключающуюся в том, что всякий раз, когда она сокращается, все волокна соединяются. У нас нет той или иной силы тяги, проявляемой сердечной мышцей, как у скелетной. Как мы увидим, было бы серьезным недостатком, а не преимуществом, если бы сердечная мышца в этом отношении была подобна скелетной.

Гладкие мышцы отвечают за работу внутренних органов. Для выполнения этой функции не требуется большой силы; движения не обязательно должны быть мощными. Быстрые движения также не важны. Следовательно, гладкая мускулатура не обязательно должна быть так сильно развита, как скелетная. Она вялая и довольно вялая в своих действиях. Однако у гладкой мускулатуры есть два преимущества, которые хорошо соответствуют ее особой задаче. Первое из них - это отсутствие усталости. В организме имеется множество гладких мышечных масс, которые практически все время сокращаются. Это было бы невозможно, если бы развилась усталость. Эти массы составляют то, что называется *сфинктерами*, кольцами мышц, окружающих отверстия, подобные отверстиям от пищевода к желудку или от желудка к тонкой кишке. В обязанности этих сфинктеров входит все время удерживать отверстия закрытыми, за исключением редких случаев, когда они открываются всего на мгновение, чтобы пропустить материал. Второй момент, касающийся гладкой мускулатуры, который подходит ей для работы, заключается в том, что она способна сильно растягиваться или резко сокращаться без особой разницы в силе, с которой она тянет. Например, в начале приема пищи стенки желудка подтягиваются вверх, так что проглоченная пища попадает в небольшое пространство. По мере приема пищи желудок увеличивается, так что в конце он имеет гораздо больший объем, чем в начале. Но фактическое давление желудка на его содержимое примерно такое же, как и в начале. Если бы желудок был обычным эластичным мешком, этого не могло бы произойти; стенки должны были бы растягиваться по мере наполнения желудка, и растяжение означало бы большее давление. Поскольку стенки желудка состоят из гладких мышц, они сами приспосабливаются к ходу приема пищи. Важно отметить, что у этой возможности адаптации есть предел. Если человек настолько жаден, что продолжает набивать желудок после того, как он достигнет своего полного размера, растяжение действительно происходит, и если это повторяется, это может привести к

болезненному состоянию, известному как “расширенный желудок”, что вызовет серьезные проблемы с пищеварением.

ГЛАВА VIII

ОЩУЩЕНИЯ—ВНУТРЕННИЕ И КОНТАКТНЫЕ ЧУВСТВА

МЫ Много говорили о мышцах и различных видах деятельности, которые они могут выполнять. Мы также упоминали тот факт, что скелетные мышцы находятся под точным нервным контролем. Наша следующая задача - исследовать контроль этого нервного контроля; другими словами, выяснить, что именно заставляет нервы стимулировать мышцы, чтобы они действовали так же умело и с пользой, как они это делают. В главе II мы видели, что движения нашего тела приспосабливаются к нашим потребностям с помощью органов чувств. Они передают информацию о ситуации, и мы действуем соответственно. Мы можем сгруппировать виды информации, которую предоставляют органы чувств, под тремя заголовками: во-первых, то, что происходит внутри наших тел; во-вторых, то, что происходит на поверхности тела, и в-третьих, то, что происходит на расстоянии от нас. Органы чувств, которые приносят информацию первого рода, называются *внутренними* органами чувств; вторая группа - это *контактные* органы чувств; и третья группа - органы чувств на *расстоянии*. Нам нужно помнить, что основная цель органов чувств - направлять наши мышцы, а наши мышцы - находить для нас пищу, оберегать нас от телесных повреждений и помогать в сохранении жизни путем размножения и заботы о потомстве. Помня об этих фактах, мы без труда поймем, каким образом различные органы чувств выполняют свою работу.

Боль, голод и жажда - это внутренние чувства, с которыми мы наиболее знакомы. Очевидно, что боль является защитным чувством. Она никогда не возбуждается, если только что-то не так; по этой причине болью никогда не следует пренебрегать. Конечно, в большинстве случаев боль вызвана каким-то простым нарушением, которое можно локализовать, и если не последует необратимого вреда или если облегчение невозможно, героическое перенесение боли заслуживает похвалы; но тысячи женщин, ошибочно полагая, что жаловаться на страдания - признак слабости, или надеясь избавить близких от страданий, втайне переносят или не обращают внимания на боли, которые являются признаками коварной болезни, излечимой, если взять ее под контроль достаточно рано, но обязательно вызывающей сильнейшие страдания и безвременную смерть, если позволить им продолжаться бесконтрольно. К сожалению, наши самые опасные внутренние враги, возбудители инфекционных заболеваний, не предупреждают о своем нападении, причиняя боль, до тех пор, пока сама болезнь не зайдет так далеко, что от нее никуда не деться. В этом отношении боль не является эффективным средством предупреждения нас о надвигающейся травме.

Голод и жажда - это стимулы, которые побуждают нас принимать пищу и воду. Интересно подумать, что из всех живых существ, населяющих землю, только люди обнаружили связь между приемом пищи и предотвращением голодной смерти; все остальные животные вынуждены питаться исключительно за счет работы этих органов чувств. У чувства голода есть две различные фазы. Первый - это аппетит, и сам по себе он, по-видимому, не является чувством в строгом смысле этого слова, а скорее воспоминанием о приятных переживаниях, связанных с приемом пищи. У человека аппетита часто достаточно самого по себе, чтобы привести к приему пищи, о чем свидетельствует частота, с которой пища съедается в промежутках между приемами пищи, когда настоящего голода быть не может, но, вероятно, у животных он вызывает настоящий голод, а не вызывает прием пищи сам по себе. Подлинный голод - это чувство столь же определенное, как и любое другое. Оно вызывается спазматическими сокращениями желудка. Эти сокращения могут возникать только тогда, когда стенка желудка находится в определенном состоянии напряжения. Различные факторы могут влиять на возникновение такой степени напряжения в желудке и, следовательно, на возможность возникновения чувства голода. Сам аппетит, вероятно, делает это очень эффективно. Привычка, по-видимому, также имеет к этому какое-то отношение.

Голод обычно ощущается сразу после приближения времени приема пищи, и часто он гораздо острее в полдень или вечером, чем перед завтраком, хотя желудок дольше оставался пустым во время завтрака, чем при любом другом приеме пищи. Любопытным фактом, связанным с чувством голода, является то, что оно может полностью исчезнуть после нескольких дней полного голодания. Вопреки распространенному представлению о том, что голод становится все более и более острым по мере продолжения голодания, показания практически всех людей, которые голодали более нескольких дней, свидетельствуют о том, что все ощущения голода, а также все сильные позывы к еде утихают и больше не возвращаются. Это особенно верно, если тело находится в покое, а ум отвлечен, так что воспоминание о еде, которая пришлась особенно по вкусу, не всплывет.

Жажда возникает из-за фактического пересыхания горла. Когда клеткам, выстилающим эту область, становится не хватать влаги, возникает ощущение жажды. Пересыхание может происходить снаружи или изнутри. Когда это происходит извне, как при сне с открытым ртом, облегчения обычно можно добиться простым обильным проглатыванием слюны. То же самое лечение помогает в тот момент, когда недостаток влаги вызван дефицитом ее количества в организме, но в этом последнем случае невозможно добиться постоянного облегчения, кроме как приемом воды. Когда количество этого вещества в организме падает ниже надлежащего уровня, невозможно чувствовать себя комфортно до тех пор, пока потеря не будет восполнена. Интересная особенность жажды заключается в том, что это единственное чувство, которое, как говорят, никогда не утрачивается и серьезно не нарушается болезнями.

В дополнение к этим знакомым внутренним ощущениям у нас есть и другие, менее известные. Они предназначены для того, что можно описать как рутинное управление мышцами. Акт ходьбы, как мы хорошо знаем, состоит из серии мышечных движений, которые точно рассчитаны по времени и градуированы. Мы получаем поразительное осознание этого, когда, спускаясь по лестнице, подходим к нижней ступеньке, не замечая, что уже достигли ее. Это время и сортировка выполняются за нас нашими телами без нашего участия. Количество сэкономленного труда показано на примере ходьбы по железнодорожным шпалам. Они расположены неравномерно, и по этой причине нам необходимо обращать внимание на каждый шаг. Нет никакого сравнения между усталостью от такого рода ходьбы и обычным продвижением по ровной дорожке. Органы чувств, которые отслеживают положение тела и отдельных мышц, известны соответственно как чувство равновесия и мышечно-суставное чувство. Органом чувства равновесия является часть внутреннего уха. Глубоко в кости находится ряд камер и каналов, выстланных тонкой мембраной и заполненных жидкостью. Каналы, которых в каждом ухе по три, имеют полукруглую форму и, соответственно, были названы *полукруглыми каналами*. Один из них горизонтальный, два других вертикальных, и два вертикальных канала расположены под прямым углом друг к другу. Такое расположение делает неизбежным то, что любое движение головы в любом направлении будет регистрироваться системой каналов иначе, чем любое другое движение, а это именно то, что требуется для обеспечения эффективности аппарата как органа, с помощью которого отслеживаются и направляются движения тела. Наряду с полукруглыми каналами существует структура, известная как *преддверие*, которое регистрирует положение головы и, таким образом, косвенно тела, когда не совершается никаких движений. Обычно мы не осознаем работу этих органов чувств; они продолжают руководить мышечными движениями без нашего внимания. Однако мы можем обратить внимание на то, что они показывают, если пожелаем. Например, у того, кто плавает под водой, никогда не возникает сомнений относительно того, повернута ли его голова вверх или вниз, даже если его глаза могут быть закрыты. Его знание положения в таком месте получено от его органа равновесия, даже если он может не осознавать этого факта. Иногда этот орган становится больным. Результаты, что касается жертвы, весьма печальны. Обычно ей приходится оставаться в постели, потому что она не может достаточно хорошо удерживать равновесие, чтобы передвигаться.

Органы восприятия мышц и суставов состоят из крошечных веретен, распределенных вокруг суставов и встроенных в массу мышц. Они расположены таким образом, чтобы на них воздействовало каждое движение сустава или каждое сокращение мышцы. Они регистрируют не только сам факт движения, но и его протяженность. Существует заболевание, широко известное как локомоторная атаксия, при котором нарушается или теряется чувствительность мышц и суставов, особенно в ногах. В результате ходьба становится трудной и шаткой, и обычно невозможной, когда глаза закрыты или в комнате темно. Это происходит потому, что жертва учится использовать свое зрение вместо мышечно-суставных ощущений для руководства мышечными движениями, и когда это также утрачивается, все знания о том, где находятся ее ноги или что они делают, теряются, и единственный выход - упасть или лечь как можно быстрее.

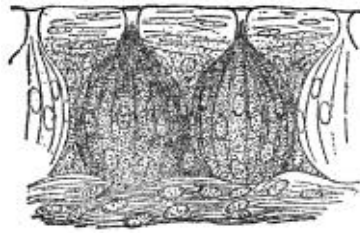
У нас есть некоторые дополнительные телесные ощущения, такие как тошнота, сытость, усталость, плохое самочувствие или *недомогание*, которые более или менее определяют наше поведение и не сильно отличаются в сознании от голода или жажды. Насколько известно, нет органов чувств, с помощью которых вызываются эти ощущения. Следовательно, в строгом смысле они не являются органами чувств. Мы недостаточно знаем о том, как они возникают, чтобы сказать о них что-то еще.

К *контактным ощущениям* относятся осязание, тепло, холод и вкус. Боль, возникающая в результате телесных повреждений, также может быть классифицирована как чувство контакта, поскольку ее причиной является нечто, находящееся в непосредственном контакте с телом извне, но она отличается от внутренней боли только своим источником, а вовсе не ощущениями, которые она вызывает, поэтому нет необходимости описывать ее снова. Осязание - фундаментальное чувство; самые низшие животные, даже те, у которых нет специально развитых органов чувств и мало органов любого рода, реагируют на контакт предметов со своим телом точно так же, как высшие животные реагируют на чувство осязания. Когда другая информация недоступна, информация о простом контакте помогает животному добыть пищу и избежать причинения вреда. В соответствии с этим примитивным характером осязания, психологи говорят нам, что мы интерпретируем информацию, поступающую от наших более высокоразвитых органов чувств, особенно зрения, в терминах ощущения объектов. Когда мы смотрим на что-либо, наше суждение об этом на самом деле сводится к представлению о том, как бы мы это чувствовали, если бы взяли в руки. Наши органы осязания состоят из крошечных точек, разбросанных по всей поверхности тела. На одних участках они расположены гораздо ближе друг к другу, чем на других. Общее количество оценивается в полмиллиона или более. Хороший способ проверить их чувствительность - это надавливать на разные участки кожи тонкими волосками. Когда это делается, обнаруживается, что наиболее чувствительные области — например, кончик языка — в пятьдесят или шестьдесят раз чувствительнее самых тупых областей, таких как поясница. Для получения ощущений прикосновения необходимо, чтобы рядом с теми, на которые воздействуют, были незатронутые точки. Если воздействовать на все одинаково, ощущений будет не больше, чем если ни на одну из них не воздействовать. Это можно показать, окунув руку в ртуть. Очень тяжелая жидкость давит на все точки соприкосновения достаточно сильно, чтобы воздействовать на них, но поскольку она давит на все одинаково, вообще ничего нельзя почувствовать, кроме как вдоль линии, где рука входит в ртуть, где давление сильно выражено. Именно эта особенность осязания делает ношение одежды терпимым. Если бы нам приходилось постоянно ощущать прикосновение одежды, мы бы в настоящее время сочли это настолько утомительным, что больше не смогли бы это выносить. Мы действительно ощущаем неровности и часто испытываем серьезное раздражение из-за них, поэтому можем судить, каков был бы эффект, если бы вся поверхность ощущалась так же отчетливо.

С прикосновением тесно связано ощущение щекотки или зуда. Любопытными фактами, касающимися этого ощущения, являются сила ощущения, которое может быть вызвано очень деликатным раздражением, например, проведением ниткой по уголку носа; постоянство ощущения за пределами фактического раздражения; и эффективность чесывания как средства

облегчения состояния. Почти ничего не известно для объяснения какой-либо из этих особенностей.

Помимо органов осязания, кожа содержит два вида органов для восприятия разницы температур. Первый из них определяет тепло, второй - холод. Именно с помощью этих органов чувств мы судим о том, соответствует ли температура в том месте, где мы находимся, подходящей для пребывания; должны ли мы вести себя тихо или активно; необходимы ли особые условия, например смена одежды. В случае обоих органов чувств точкой сравнения является температура кожи. Мы судим о том, теплый объект или холодный, в зависимости от того, насколько его температура выше или ниже температуры кожи, к которой он прикасается. Уши обычно на несколько градусов холоднее рук; таким образом, один и тот же предмет может казаться холодным рукам и теплым ушам. Два вида температурных органов находятся в коже бок о бок, хотя "холодных" пятен гораздо больше, чем "теплых". Очень теплые объекты воздействуют на оба вида, и тогда мы получаем ощущение, которое мы называем "горячим", в отличие от просто теплого. Холодные точки расположены немного ближе к поверхности кожи, чем теплые; по этой причине горячая ванна может показаться холодной в самый момент вхождения в нее, хотя ощущение почти сразу меняется на горячее. Нам нужно помнить, что наши ощущения тепла или холода полностью зависят от состояния кожи и вообще ничего не говорят нам о том, тепло или холодно нашему телу в целом. Поскольку кровь всегда теплая, разгоряченная кожа всегда ощущается теплой, и для того, чтобы вызвать прилив крови с помощью алкоголя, уже давно используется средство, позволяющее телу чувствовать тепло и комфорт. Это может быть серьезной ошибкой в холодную погоду, поскольку приток крови к поверхности может означать, что организм в целом остынет до такой степени, что это приведет к реальной травме. Лучше чувствовать холод и сохранять тепло тела, чем чувствовать тепло и тратить его впустую.



ВКУСОВЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Последнее из контактных чувств - вкусовое. Оно находится только на языке. На этом органе разбросано множество крошечных органов чувств, известных как вкусовые сосочки. Они обычно находятся в небольших углублениях, поэтому на них нельзя воздействовать, если только жидкости, которые могут попасть в углубления, не окажутся на поверхности языка. Если язык вытереть насухо, а затем посыпать его сухим сахаром, сладкого вкуса не будет, пока сохраняется сухость. Назначение вкуса, очевидно, состоит в том, чтобы дать окончательную информацию о пище после того, как она прошла проверку другими органами чувств и была помещена в рот, но до того, как она будет проглочена. У высших животных это чувство подразделяется на два. Другое - это чувство обоняния. В значительной степени обоняние - это чувство расстояния, и мы будем рассматривать его, когда будем говорить о чувствах на расстоянии. Запах монополизировал большинство свойств при оценке пищи, поэтому для правильного восприятия вкуса осталось всего четыре вида восприятия. Это сладкое, кислое, соленое и горькое. По-видимому, у нас есть четыре вида вкусовых рецепторов, по одному для каждого из этих видов вкуса. Все остальные ощущения, которые мы называем вкусом, являются ароматами и на самом деле являются запахами. Из четырех вкусов кислый и горький, вероятно, можно было бы назвать предупреждающим, а сладкий и соленый рекомендующими. Только на практике мы привыкаем к горькой пище, и дети обычно так же категорически возражают против кислых. Тропические дикари, для которых соль является редкостью, ценят ее гораздо выше, чем сахар, который они обычно могут получить в изобилии.

Завершая эту главу, мы должны помнить, что контактные органы чувств являются последней инстанцией; к тому времени, когда что-либо оказывается достаточно близко к телу, чтобы воздействовать на любое из них, оно оказывается настолько близко, что воздействие на мышцы должно быть немедленным; времени на раздумья нет; все, что мышцы собираются предпринять в ответ на полученную таким образом информацию, должно быть сделано немедленно. Позже мы увидим, как это влияет на весь состав нашего тела.

ГЛАВА IX

ОЩУЩЕНИЯ НА РАССТОЯНИИ

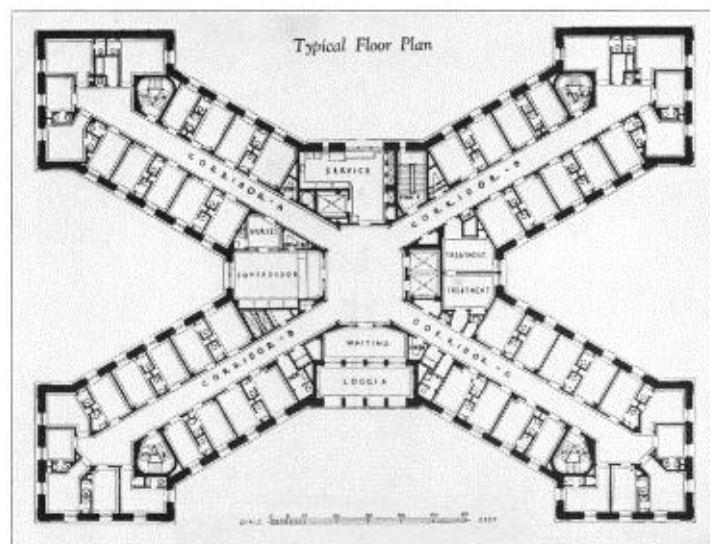
Три чувства, которые дают нам информацию о том, что происходит за пределами поверхности нашего тела, - это обоняние, слух и зрение. Поскольку запах тесно связан со вкусом, о котором говорилось в предыдущей главе, мы рассмотрим его в первую очередь. Запах подобен вкусу в том смысле, что он вызывается химическими веществами, но для того, чтобы их можно было ощутить, они должны быть в газообразной форме, а не растворены в воде, что касается вкуса. Орган обоняния находится в верхней части носовой полости. На самом деле их два, по одному в каждой ноздре. Они состоят просто из маленьких участков слизистой оболочки, как называется мембрана, выстилающая нос, в которой находится множество особого вида клеток, подверженных воздействию запахов. Интересной особенностью этих пластырей является то, что они находятся не в той части ноздрей, через которую проходит основной поток воздуха при дыхании, а в небольшом кармашке рядом с этим основным каналом. При вдохе или выдыхании воздуха, содержащего пахучее вещество, немного его попадает в боковой карман и ощущается запах. Если мы хотим уловить больше запаха, мы делаем это путем принюхивания, которое заключается в изменении формы ноздрей, чтобы направить поток воздуха более непосредственно к органам обоняния.

Эти органы удивительно чувствительны. Трудно оценить мельчайшие количества вещества, которое можно понюхать. Особенно это верно для тех животных, которые обладают действительно острым обонянием.



Фото, больница на Пятой авеню

НОВАЯ БОЛЬНИЦА, СПРОЕКТИРОВАННАЯ ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЧТОБЫ ОБЕСПЕЧИТЬ МАКСИМУМ СВЕТА И ВОЗДУХА — ГЛАВНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ — В КАЖДОЙ ПАЛАТЕ



Copyright, Fifth Avenue Hospital

ПЛАН АРХИТЕКТОРА БЫЛ СОСТАВЛЕН С УЧЕТОМ ПОТРЕБНОСТИ В СВЕТЕ И ВОЗДУХЕ

Количество вещества, которое стекает с лапок кролика на землю при каждом шаге, изначально невелико; тем не менее, оно продолжает выделять газ в воздух в течение нескольких часов, и собака, проходящая мимо в любое время, наберет в ноздри достаточное количество газа, чтобы понюхать его. К счастью для нашего комфорта, обоняние очень быстро утомляется. Запах, который поначалу кажется чрезмерно неприятным, в настоящее время нас больше не беспокоит. Если бы не это, было бы почти, если не совсем, невозможно найти рабочих в тех отраслях промышленности, где обязательно присутствует неприятный запах. Однако в таком быстром ослаблении восприятия запаха есть источник опасности. Пожалуй, единственный наш метод навскидку судить о вентиляции помещения - это запах, но он не годится в качестве ориентира, когда мы находимся в помещении какое-то время. Люди, заходящие снаружи, часто поражаются плохому состоянию воздуха в помещениях, обитатели которых не осознают, что там что-то не так. Из-за этого вентиляция школьных помещений обычно не предоставляется и никогда не должна предоставляться исключительно на усмотрение учителя, но устанавливаются определенные правила относительно открытия вентиляторов или окон.

Когда газ, который мы ощущаем, является частью внутреннего потока воздуха, мы распознаем его как поступающий извне и называем его запахом; когда он является частью внешнего потока, мы называем его вкусом. Из-за быстрой усталости обоняния мы не осознаем запаха собственного дыхания, но можем ощущать свежие запахи изнутри, и они практически всегда исходят от веществ, которые только что были взяты в рот. По сравнению со вкусом, аромат дает большое разнообразие восприятия. По мере того, как люди становятся знатоками в еде, их наслаждение все больше и больше зависит от вкуса и все меньше и меньше от вкуса. Ощущение от специй - это сочетание вкуса с раздражением языка, которое является частично болезненным, а частично осязаемым. Очевидно, что обоняние имеет двоякое назначение; оно дает нам знать, что поблизости есть еда, а иногда и что под рукой находятся неприятные предметы; и оно разделяет со вкусом обязанность давать нам возможность судить о пище по мере ее употребления. Приятные вкусы, приправы и запахи значительно увеличивают удовольствие от жизни. В разумных пределах хорошо культивировать этот вид наслаждения, поскольку, хотя нет никаких сомнений в том, что с ним можно переборщить, как в чрезмерных усилиях, на которые шли римляне-декаденты, чтобы удовлетворить свой вкус и обоняние, также нет никаких сомнений в том, что здоровье организма в целом и пищеварительная функция организма в частности определенно выигрывают от удовольствия, которое приносят пикантная пища и восхитительные запахи. Долг тех, на кого

возложена ответственность за приготовление и подачу пищи, - позаботиться о том, чтобы в полной мере использовались возможности, заложенные в том, какую пищу предстоит приготовить. Это не означает дорогую еду; что действительно требует умелого обращения со всеми продуктами питания, как дешевыми, так и дорогостоящими.

Вводя тему слушания, мы должны сказать несколько слов о том, что слышно, а именно о звуке. Любой объект, который вообще обладает какой-либо степенью эластичности, склонен при ударе, трении или ином внезапном приведении в движение начинать вибрировать взад-вперед; вибрации почти всегда будут регулярными и будут происходить со скоростью, одинаковой для данного конкретного объекта всякий раз, когда он вибрирует. Скорость зависит от размера, характера и степени растяжения объекта. Воздух во всех отношениях идеально эластичен; он вибрирует под действием любого объекта, который вибрирует в нем, но поскольку он не имеет ни определенного размера, ни степени растяжения, он принимает скорость вибрации объекта, из-за которого он начал вибрировать в первую очередь. Вибрации, однажды возникшие в воздухе, распространяются во всех направлениях, подобно тому, как волны распространяются от камня, брошенного в пруд, и когда эти воздушные волны ударяются о другой объект, который может свободно вибрировать, они заставляют его двигаться с той же скоростью. Слуховой аппарат человека - это устройство, которое приводится в вибрацию воздушными волнами, и результат называется звуком. Способность уха реагировать на вибрации ограничена; они не должны быть ни слишком быстрыми, ни слишком медленными; если частота колебаний меньше 16 в секунду, большинство людей не смогут их услышать, и то же самое верно, если они превышают примерно 40 000 в секунду. Между этими пределами вибрации, воздействующие на ухо, воспринимаются как звуки.

Различия в частоте вибрации между одним звуком и другим могут быть распознаны ухом; разница заключается в высоте тона. Под высотой тона мы подразумеваем частоту вибрации, которую он имеет. Более быстрые вибрации придают звукам более высокую высоту; медленный темп означает низкую высоту звука. Средняя До на пианино имеет частоту 256 или 261 в секунду в зависимости от системы, используемой настройщиком. Человеческий голос обладает экстремальным диапазоном, начиная с самой низкой ноты, которую может произнести бас со скоростью около 80 колебаний в секунду, и заканчивая самой высокой нотой, которой могут достичь знаменитые сопрано - около 1400 колебаний в секунду. Существует запись о певце, который мог добиться звука со скоростью 2100 ударов в секунду, но, насколько известно, она не дублировалась. Конечно, ни один голос не может охватить более доли этого диапазона. Большинство мужчин воспроизводят все свои тона со скоростью от 90 до 500 в секунду, а женщины - от 200 до 800 в секунду. Не каждая различная частота вибрации воспринимается как тон разной высоты; ухо недостаточно чувствительно для этого. Интервал между одной нотой и следующей включает в себя несколько вибраций, тем больше, чем выше одна из них поднимается в гамме. Абсолютно верный тон имеет именно ту частоту, которая требуется; отклонение на одну или две вибрации в секунду может быть не замечено, но если ошибка больше, певец усиливает или выравнивает свой тон, в зависимости от того, выше или ниже он находится истинной частоты. Нота, частота которой всего в два раза превышает частоту другой ноты, называется ее октавой. Для удобства интервал октавы был разделен на двенадцать тонов, и вся наша музыка построена на этой основе.

Очевидно, что ухо, должно быть, очень сложный орган; оно не только должно воспринимать различия в высоте звука, как только что указано, но и различия в громкости также должны регистрироваться по-разному. Более того, ухо должно быть способно воспринимать звуки, состоящие из огромного количества тонов, поступающих в него одновременно. Когда мы слушаем оркестр или группу, волны, ударяющие в наши уши, представляют собой шум, создаваемый в воздухе всеми инструментами вместе взятыми. Примечательно, что в этом случае вместо бессмысленной мешанины мы фактически получаем смесь тонов, из которой, если мы достаточно музыкальны, мы можем выделить отдельные элементы.

Ухо состоит, во-первых, из вибратора, который будет точно реагировать на любую частоту вибрации или комбинацию частот вибрации в пределах своего диапазона, и, во-вторых, из чувствительного аппарата, на который воздействует вибратор. Вибратор должен свободно реагировать на слабые импульсы и, что особенно важно, на любую частоту вибрации так же легко, как и на любую другую. Почти все упругие тела имеют предпочтительную частоту вибрации; то есть они будут лучше реагировать на одни частоты, чем на другие. Практически единственным исключением из этого правила является случай неплотно натянутых мембран.

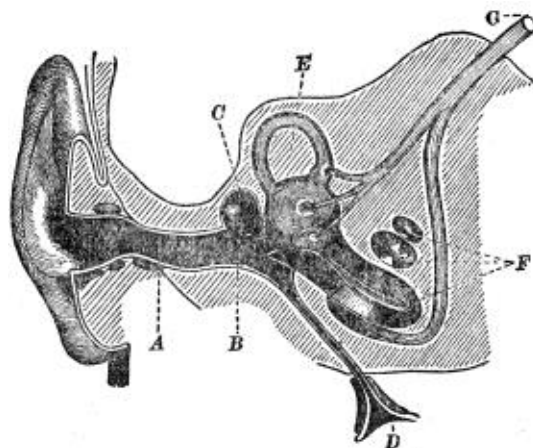


СХЕМА УХА

A - слуховой канал, ведущий к барабанной перепонке B; C - полость среднего уха, сообщаемая евстахиевой трубой с горлом D и содержащая ушные косточки; E - полукружные каналы; F - истинный орган слуха; G - слуховой нерв.
(“Человеческий механизм” Хью и Седжвика.)

Растянутая мембрана, как и головка барабана, имеет свою собственную частоту вибрации, но та, которая не растянута, способна вибрировать практически с любой скоростью. Этот факт используется в телефоне и фонографе, оба из которых зависят от способности вибрировать с разной частотой почти одинаково хорошо. В ухе вибратором также является ненатянутая мембрана. Мы знакомы с ним как с барабанной перепонкой. Он расположен на дне слухового прохода, но его нельзя увидеть, заглянув внутрь, из-за небольшого изгиба примерно посередине. Когда ушной специалист хочет осмотреть барабанную перепонку, он вводит в канал маленькую металлическую трубку. Это выпрямляет его настолько, чтобы был виден барабан.

Барабанная перепонка не воздействует непосредственно на чувствительный слуховой аппарат, но ее вибрации передаются через пространство, известное как среднее ухо. Необходимость в этом пространстве обусловлена тем фактом, что атмосферное давление не является постоянным, а часто меняется изо дня в день, к тому же падает по мере подъема выше над уровнем моря. Свободное действие барабанной перепонки зависит от того, не растянута ли она; если бы не было средств перенастройки, ее можно было бы правильно настроить на одно давление воздуха, но при большем давлении она выпячивалась бы внутрь, растягиваясь, и, таким образом, снижалась бы ее способность реагировать на широкий диапазон тонов. Среднее ухо, которое представляет собой пространство за барабанной перепонкой, соединяется с наружным воздухом с помощью трубки, ведущей от него к задней стенке горла, которая свободно сообщается с воздухом через нос, а также через рот, когда он открыт. Эта трубка известна как Евстахиева труба. Его стенки обычно разрушены, поэтому это не открытый проход, но каждый раз, когда человек глотает, трубка открывается, что позволяет выровнять разницу в давлении воздуха с двух сторон барабанной перепонки. Всякий раз, когда человек быстро поднимается на высокий холм, например, на поезде или автомобиле, или даже поднимаясь на крышу высотного здания на лифте, можно ощутить

разницу в давлении воздуха позади и перед барабанной перепонкой. Ощущение неприятное, и наблюдается определенное ухудшение слуха. Повторное глотание приносит облегчение.

Колебания барабанной перепонки передаются через пространство среднего уха цепочкой из трех крошечных косточек; они очень неправильной формы и прикреплены друг к другу таким образом, что каждое движение барабанной перепонки выполняется точно по времени и направлению, но с уменьшенным размером и повышенной мощностью. Слуховой аппарат, который является частью внутреннего уха, но не той же частью, которая составляет орган равновесия, содержит жидкость, которая приводится в движение последней частью цепочки костей, и эта жидкость воздействует на собственно чувствительные клетки, которые составляют собственно орган чувств. Эти последние устроены чрезвычайно сложным образом. Существуют различные теории относительно того, каким именно образом вибрации жидкости во внутреннем ухе возбуждают чувствительные клетки. Считается, что разные клетки реагируют на звуки разной высоты, но точно неизвестно, как это достигается.

Глухота может быть результатом неспособности чувствительного внутреннего уха реагировать, или из-за плохой передачи вибраций через среднее ухо костной цепочкой, или из-за нарушения свободы действий барабанной перепонки, или из-за предотвращения попадания воздушных волн на барабанную перепонку. Повреждение внутреннего уха встречается редко из-за его надежного расположения внутри кости. Распространенная форма глухоты является результатом затвердения соединений между ушными косточками, в результате чего цепь больше не повторяет вибрации барабана. Обычно это начинает проявляться в возрасте двадцати-тридцати лет и вызывает почти полную глухоту к пятидесяти годам. В большинстве, если не во всех случаях, это наследственное заболевание. Вмешательство в работу барабанной перепонки может быть вызвано частичным разрушением самого барабана. Скарлатина и корь, особенно вероятно, приводят к повреждению барабана, и любое напряжение на нем может привести к его повреждению без возможности восстановления. Постоянное закрытие евстахиевой трубы, препятствующее выравниванию давления воздуха с двух сторон барабана, вызывает частичную глухоту. Причиной этого может быть воспаление, сопровождающее простуду, или рост аденоидов в задней части горла. Аденоиды будут описаны позже; здесь они упомянуты только потому, что они могут давить на евстахиевы трубы и закрывать их. Существует опасность закупорки трубок воспалением, потому что воспаление может перекинуться на среднее ухо и вызвать серьезные проблемы, как там, так и в прилегающей к нему сосцевидной области. Следует внимательно наблюдать за болью в ухе у детей, поскольку она обычно означает, что среднее ухо поражено тем же воспалительным процессом, который присутствует в горле при простуде, и может нанести серьезный ущерб находящимся там нежным структурам. Часто у детей, а иногда и у взрослых, нарушается слух из-за скопления воска в слуховом проходе. Этот воск представляет собой липкий секрет, который улавливает частицы, попадающие в слуховой проход, и предотвращает их попадание на барабанную перепонку. Если ушные каналы часто не промывать *горячей* водой, воск накапливается и затвердевает, образуя пробку, которая закрывает слуховой проход, заглушая слабые звуки. Воск растворяется в горячей воде, но не в холодной, поэтому следует предотвращать его накопление, следя за тем, чтобы горячая вода время от времени попадала на дно слухового прохода. Извлекать воск твердыми инструментами должен только специалист с максимальной осторожностью, чтобы не повредить барабан.

Последнее из описываемых чувств - это зрение; это то, которым мы обычно пользуемся чаще всего, и, что довольно любопытно, это единственное, которое мы можем включать и выключать. Приходится терпеть громкие звуки или проникающие запахи, но, крепко зажмурив глаза, мы можем скрыться из виду, когда захотим. Всего существует три вида информации, которую приносит нам чувство зрения; первое - это знание просто света и темноты; второе - это знание формы и размера объектов; третье - это знание цвета. Почти все животные, по-видимому, обладают некоторой способностью различать свет и тень. Даже одноклеточные, у которых нет глаз или чего-либо, соответствующего глазам, ведут себя так, что это доказывает, что они

обладают этой способностью. Их можно поместить в посуду с водой, которая хорошо освещена с одной стороны и находится в тени с другой, и через несколько минут будет обнаружено, что все они переместились в ту или иную сторону, в зависимости от того, относятся они к виду, ищущему света, или к виду, ищущему темноты. Поднимаясь выше по животной шкале, мы обнаруживаем, что части тела демонстрируют ту же способность отличать свет от тьмы. В случае обыкновенного удильщика, или дождевого червя, как его правильнее называть, передний конец обладает силой, а задний - нет. У очень высокоорганизованных животных этой силой обладают только особые органы, известные как глаза; все остальное тело утратило ее. Следующая особенность зрения, способность воспринимать форму и размер объектов, требует специального аппарата - глаза, поэтому животные, у которых нет глаз, не могут воспринимать объекты, хотя они могут отличать свет от темноты.

Чтобы увидеть объект, необходимо, чтобы на чувствительную поверхность был нанесен узор или его изображение; эта поверхность регистрирует детали узора, и таким образом объект виден. Что нам здесь нужно сделать, так это выяснить, как эти паттерны или образы формируются в наших глазах. Во-первых, мы должны осознать, что у каждого видимого объекта есть лучи света, исходящие из каждой части его поверхности во всех направлениях. Так называемые *самосветящиеся* объекты, такие как лампы или солнце, излучают свет внутри себя; все остальные просто отражают свет, падающий на них из какого-либо источника. Всякий раз, когда свет падает на какой-либо объект, если только это не идеальное зеркало, часть света поглощается объектом, а остальная часть отражается; то, что отражается в данный момент, ударяется о другой объект и снова частично поглощается, а частично отражается; поскольку этот процесс повторяется снова и снова, свет становится настолько дробным, что его лучи распространяются во всех направлениях из каждой точки на каждом объекте. Любое пятно, защищенное настолько, что никакие лучи не могут попасть в него, очевидно, не сможет отразить их обратно, и такое пятно будет абсолютно темным.

Для формирования изображения любого объекта все, что необходимо, - это чтобы некоторые лучи света из каждой точки объекта попадали в точно соответствующие положения на изображении. Самый простой из возможных способов сделать это использует тот факт, что лучи света движутся по прямым линиям. Если мы поместим лампу накаливания в герметичную коробку с круглым отверстием с одной стороны, каждое пятно на нити накаливания будет излучать свет во всех направлениях, но весь свет будет перекрываться коробкой, за исключением того, которое имеет направление, выводящее его через отверстие. Таким образом, от каждого пятна накаливания будет исходить луч света в форме конуса, выходящий из коробки через отверстие. Верхушка конуса будет представлять собой пятно накаливания; наклон его сторон будет зависеть от размера отверстия. Если перед отверстием поместить экран, то все эти конусы света будут падать на него, и он будет освещен узором, состоящим из всех конусов от всех точек накаливания, составляющих нить накаливания, но они будут настолько накладываться друг на друга, что их невозможно будет отличить друг от друга. Теперь, если отверстие в коробке сделать достаточно маленьким, фактически с крошечное отверстие, и если экран расположить близко к отверстию, конусы света от различных точек накаливания станут настолько узкими, что при попадании на экран они почти не перекрываются, и мы получим крошечное световое пятно на экране, соответствующее каждой точке накаливания на нити накаливания и проходящее через отверстие на одной линии с ней.

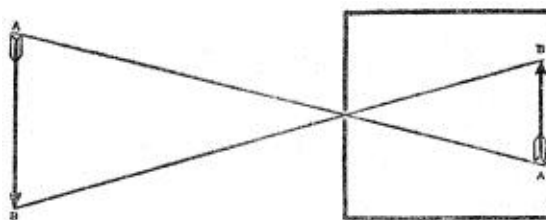


СХЕМА КАМЕРЫ-ОБСКУРЫ

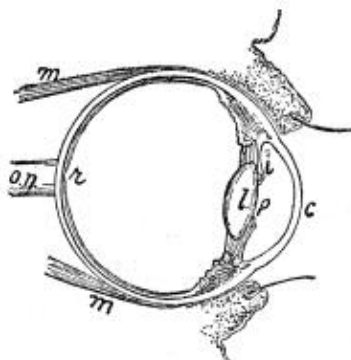
, показывающая, насколько четкие изображения могут быть получены при использовании отверстия настолько маленького, что только лучики света могут проходить через него и падать на экран сзади.

Здесь мы имеем именно то, о чем говорили, а именно узор или изображение объекта. Изображение будет перевернутым, потому что те лучи из верхней части лампочки, которые попадают в крошечное отверстие, будут находиться внизу снаружи, а те, что снизу, - вверху. То же самое можно проделать с точностью до наоборот; мы можем поместить коробку с точечным отверстием перед любым объектом и получить изображение внутри коробки на обратной стороне; поместив туда фотопластинку или пленку, можно сделать отличный снимок. Есть только одна причина, по которой эта схема используется не во всех камерах; это то, что, если объект не освещен очень ярко, количество света, проходящего через точечное отверстие, недостаточно для воздействия на пластинку или пленку, за исключением длительной экспозиции. С помощью камеры-обскуры можно делать идеальные снимки везде, где возможны длительные выдержки или где объект светит достаточно ярко. Эту трудность можно обойти в обычном фотоаппарате, собирая весь свет в широкий конус из каждого пятна на объекте и снова конденсируя его на пластинке или пленке. Изображение формируется точно так же, как и раньше, но теперь каждое пятно на изображении включает в себя не только луч света, который исходит по прямой линии от соответствующего пятна на объекте, но и, кроме того, широкий конус, окружающий прямой луч. Естественно, чем шире конус, тем он ярче; это объясняет, почему при плохом освещении мы открываем диафрагму камеры шире, чем при хорошем освещении; ярко освещенный объект будет пропускать достаточно света через узкое отверстие, но более тусклый объект должен иметь как можно более широкое отверстие, чтобы через него проходило достаточное количество света.

Метод сгущения света в рассеивающий конус, чтобы он снова возвращался в точку, осуществляется с помощью линзы; это верно не только для камер, но и для глаза; фактически, все, что было сказано до сих пор о камерах, идеально применимо к глазу. В способе, которым объектив подводит свет к точке, есть одна особенность, которая затрудняет формирование изображений этим методом по сравнению с их формированием в камерах-обскурах. Это означает, что конус света, падающий на линзу, конденсируется в виде противоположного конуса с другой стороны, и поскольку формирование изображения требует, чтобы каждая точка объекта воспроизводилась как *точка* на изображении, есть только одно место, куда может прийти изображение, а именно там, где находятся кончики конусов света. Об этом месте говорят как о *средоточии*. Если экран или пленка не находятся там точно, изображение будет состоять из перекрывающихся кругов света вместо точек и поэтому будет размытым. В камере-обскуре конусы настолько малы, что не могут перекрываться, поэтому нет ни одного места, где изображение было бы лучше, чем в других местах; другими словами, нет необходимости в фокусировке. Основная причина, по которой возникают проблемы с фокусировкой, заключается в том, что чем дальше от объектива находится объект, тем ближе к объективу будет его изображение; следовательно, если поле зрения состоит из нескольких объектов, находящихся на разных расстояниях, не все они будут фокусироваться на одном уровне; удаленные объекты будут фокусироваться вблизи объектива; ближние объекты дальше назад. На практике с этой проблемой можно справиться, используя толстый объектив, который изначально имеет очень короткую фокусировку, так что значительный диапазон расстояний будет покрываться без серьезного размытия, а для более точной работы - регулируя

расстояние между объективом и задней панелью камеры, где находится пленка или пластинка, чтобы обеспечить хорошую фокусировку конкретного желаемого объекта.

В глазу прозрачная часть, выступающая между веками и называемая *роговицей*, является важной линзой. Сразу за ним находится устройство, соответствующее диафрагме камеры; это цветная часть с круглым отверстием в центре; она называется *радужной оболочкой*, а круглое отверстие - это *зрачок*. За радужной оболочкой, вплотную к ней, находится вторичный хрусталик глаза, известный как *хрусталик*. Глаз в целом представляет собой шар диаметром чуть меньше дюйма; в его задней части, прямо за линзами и зрачком, находится чувствительная поверхность, на которой формируются изображения. Это *сетчатка*; она довольно хорошо распространяется по бокам, но та часть, которую мы больше всего используем для зрения, - это небольшая часть, расположенная прямо на одной линии со зрачком. Сама по себе роговица представляет собой хрусталик, фокус которого больше длины глазного яблока, и хрусталик сам по себе также имеет длинную фокусировку, но в сочетании эти два фактора дают фокус, который точно соответствует длине глазного яблока, так что изображения всех объектов на расстоянии восемнадцати футов или более четко падают на сетчатку.



ВЕРТИКАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ПРАВОГО ГЛАЗА И ЕГО ВЕК

с - роговица; l - хрусталик, его край защищен i - радужной оболочкой; p - зрачок; r - сетчатка; m - мышцы, приводящие в движение глазное яблоко; о. п. - зрительный нерв. (Из "Физиологии человека", Стайлз.)

Поскольку ближние объекты фокусируются дальше от объектива, чем удаленные, в результате объекты, находящиеся ближе чем на восемнадцать футов, оказываются не в фокусе. Для них потребовалось бы более длинное глазное яблоко, и оно должно было бы становиться все длиннее и длиннее по мере приближения объекта к глазу. Все мы знаем, что когда мы смотрим на близкие объекты, наши глаза приспособляются. Это известно как *аккомодация*; долгое время предполагалось, что *аккомодация* на самом деле обеспечивается удлинением или укорачиванием глазного яблока для правильного фокусирования, но теперь мы знаем, что глазное яблоко не меняет формы при аккомодации. Тот же результат достигается другим способом, а именно за счет того, что хрусталик выпячивается и становится толще. Кстати, несколько страниц назад было указано, что толстые линзы имеют более короткий фокус, чем тонкие. Таким образом, когда хрусталик утолщается, он сокращает фокусировку глаза и отбрасывает изображение вперед. Это позволит расположить изображение ближайших объектов на сетчатке, а не позади нее, как в непривычном глазу. Хрусталик не жесткий, как стекло, а скорее похож на густое желе; он находится в прозрачной мешочке, или капсуле, которая прикреплена к внутренней стороне глазного яблока со всех сторон, и при натяжении капсулы он растягивается довольно ровно, делая хрусталик тонким. Внутри глазного яблока есть крошечные мышцы, известные как *цилиарные* мышцы. Они закреплены так, что при сжатии вытягивают глазное яблоко вперед и внутрь, ослабляя натяжение капсулы хрусталика. Затем она выпячивается, занимая все свободное место.

Когда мы в младенчестве учимся приспосабливаться к близким предметам, мы узнаем, насколько сильно капсула должна быть ослаблена, чтобы обеспечить правильную регулировку для любого расстояния. По мере взросления людей хрусталик часто теряет свою эластичность, поэтому при расшатывании капсулы он не выпячивается. После этого зрение близких объектов перестает быть четким. Облегчение достигается при ношении очков для чтения. Это просто стеклянные линзы, надеваемые перед глазами, подобранные таким образом, чтобы их фокус совпадал с фокусом линз самого глаза, чтобы изображение объектов на расстоянии считывания было четким на сетчатке. Обычно необходимо время от времени заменять эти очки, поскольку хрусталик становится все более и более жестким, а обычная аккомодация дает сбой все больше и больше.

Существует заболевание, известное как *катаракта*, при котором хрусталики становятся мутными и, наконец, полностью непрозрачными. Конечно, это означает слепоту, поскольку нарушается прохождение света к сетчатке. Облегчение достигается простым способом снятия непрозрачных линз целиком. Это возможно просто потому, что хрусталик не является главным хрусталиком глаза. Чтобы быть уверенным, что роговица сама по себе не будет фокусироваться на сетчатке, но перед ней можно поместить стеклянную линзу, которая дополнит роговицу, а комбинированные линзы дополнят. В подобном случае аккомодация невозможна, поэтому пациенту необходимо снабдить бифокальные линзы; основная часть обеспечивает четкое зрение вдаль; нижняя часть обеспечивает четкое зрение на расстоянии считывания. Пациенту приходится мириться с ухудшением зрения в промежуточных областях.

Не все глаза имеют точно такой размер, чтобы удаленные объекты четко фокусировались на сетчатке. На самом деле большая их часть либо слишком длинная, либо слишком короткая. Ясно, что в слишком длинном глазном яблоке изображение удаленных объектов будет падать перед сетчаткой, но близкие объекты, которые случайно окажутся на нужном расстоянии, будут фокусироваться именно на сетчатке. Расстояние, на котором это происходит, зависит, конечно, от того, насколько глазное яблоко слишком длинное. Следовательно, люди с чрезмерно длинными глазными яблоками близоруки. Это состояние называется *близорукостью*. Коррекция этого состояния заключается в использовании линз перед глазами, которые вместо того, чтобы укорачивать фокус, удлиняют его. Для этого подойдут вогнутые линзы, а именно те, которые толстые по краю и тонкие посередине, и именно такие носят близорукие люди.

Когда глазное яблоко слишком короткое, изображение удаленных объектов отстает от сетчатки, и, конечно, изображение близких объектов, как правило, отстает еще дальше. Поскольку благодаря аккомодации фокус может смещаться вперед, большинство людей с короткими глазными яблоками могут четко видеть удаленные объекты, приспосабливаясь к ним, и близкие объекты, которые находятся не слишком близко, благодаря экстремальной аккомодации.



Фото, больница на Пятой авеню

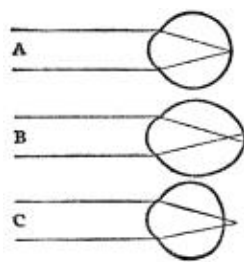
МЯГКИЕ, УСПОКАИВАЮЩИЕ ЦВЕТА И ПРИВЛЕКАТЕЛЬНАЯ ОБСТАНОВКА СПОСОБСТВУЮТ ХОРОШЕМУ НАСТРОЕНИЮ И, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ЗДОРОВЬЮ



Авторское право, Пол томпсон

МАГНИТ ЗДЕСЬ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ НЕОБЫЧНОГО УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ОПИЛОК ИЗ ГЛАЗА

По этой причине *дальнозоркость*, как называется это состояние, обычно не обнаруживается до тех пор, пока человек не начнет ощущать напряжение постоянной аккомодации, которое необходимо всякий раз, когда глаза открыты. Перенапряжение глаз обычно проявляется в головных болях; на самом деле, настолько большая доля головных болей возникает по этой причине, что любой, кто вообще часто ими страдает, должен проходить обследование у компетентного окулиста. Облегчение при дальнозоркости достигается с помощью очков, которые сокращают фокусировку и, таким образом, переносят изображение удаленных объектов вперед, туда, где находится сетчатка в коротком глазном яблоке.



ХРУСТАЛИК ГЛАЗА —НОРМАЛЬНЫЙ И ДЕФЕКТНЫЙ

А - нормальный глаз; Б - близорукий глаз; В - дальнорукый глаз (Из книги Мартина “Человеческое тело”)

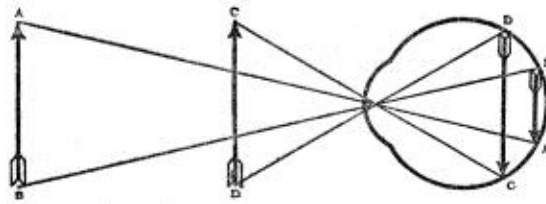
Есть еще один дефект зрения, который настолько распространен, что требует отдельного слова; это *астигматизм*. Это состояние, при котором роговица изогнута неравномерно во всех направлениях; вертикальная кривизна может быть больше или меньше горизонтальной. Эффект заключается в том, что точки на объектах фокусируются не так резко, как точки на изображении, а как маленькие эллиптические точки. Если настроить аккомодацию таким образом, чтобы верхний и нижний края объектов были четкими, то боковые стороны будут размытыми, и наоборот. Обычно размытость недостаточно велика, чтобы быть заметной, но достаточна лишь для того, чтобы вызвать у человека подсознательное недовольство размещением. Поэтому он постоянно пытается улучшить его, изменяя напряжение своих цилиарных мышц, и таким образом вызывает напряжение глаз. Для коррекции этого состояния используются очки, которые не имеют одинаковой кривизны во всех направлениях, но подобраны таким образом, чтобы их меньшая кривизна соответствовала большей кривизне роговицы. Фактически, обычно используются очки, изогнутые только в одном направлении, причем этой кривизны как раз достаточно, чтобы общая кривизна в этом направлении сравнялась с другими кривизнами роговицы. Не должно быть необходимости предупреждать о том, что только компетентным лицам следует разрешать проводить осмотр и назначать лекарства для глаз. Требуется большое мастерство, чтобы точно определить, насколько далеко от правильного зрения, и пока это не известно, нет никаких средств, кроме догадок, с помощью которых можно принять решение о назначении.

Третья особенность зрения - восприятие цвета. Цвет для света - то же, что высота для звука; то есть это зависит от частоты колебаний световых волн. Свет, как уже объяснялось, является одной из форм, в которой энергия достигает земли от солнца. Еще одна форма - тепло. И то, и другое является частями великого энергетического потока, которому мы даем название *лучистой энергии*. Оно, поскольку исходит от солнца, состоит из смеси вибраций, имеющих почти все мыслимые частоты, за исключением того, что самые медленные во много раз превышают самый высокий звук. При определенной скорости, которая для этих вибраций считается медленной, энергия представляет собой то, что мы знаем как тепло, и в значительном диапазоне ее продолжают называть теплом; более быстрые вибрации, и они настолько быстры, что их приходится выражать в триллионах в секунду, вызывают на нашей сетчатке эффект, который мы называем светом. Самые медленные, которые мы можем видеть, дают ощущение красного; самые быстрые - ощущение фиолетового; другие цвета радуги, которые по порядку после красного идут оранжевый, желтый, зеленый и синий, представляют собой частоты вибраций между теми, которые дают красный, и теми, которые дают фиолетовый. Следует заметить, что для радуги дано только шесть цветов вместо семи. Это потому, что реальной разницы между синим и индиго недостаточно, чтобы оправдать выделение их в отдельные цвета. Это различие было сделано в то время, когда предполагалось, что в числе семь есть что-то особенно замечательное, что делало необходимым, чтобы каждая важная особенность в природе отображала это число. Теперь мы не знаем причин, по которым семерка должна иметь преимущество перед любым другим числом. Когда все частоты вибраций смешиваются вместе, как при солнечном свете, возникает ощущение белизны. Существуют и другие смеси цветов, которые также дают белый цвет, но они не совсем

эквивалентны белизне солнечного света, что доказывается при попытке подобрать цвета при искусственном освещении. Много труда было потрачено на попытку получить искусственный свет, который был бы практически эквивалентен солнечному, и только недавно были получены хорошие результаты. Когда свет не попадает в глаз, возникает ощущение черноты, и стоит отметить, что с точки зрения наших ощущений черный - это такой же цвет, как белый или любой другой, несмотря на тот факт, что свет не попадает на сетчатку, когда ощущается чернота. Вопреки общепринятому мнению, слепые люди, которые ослепли из-за того, что их глаза были разрушены, не видят черного все время; у них просто вообще нет никаких ощущений от глаз. С другой стороны, люди, слепые из-за катаракты, действительно видят черное, потому что у них все еще присутствует сетчатка, но на нее не падает свет.

Восприятие цвета очень сложно и совсем не до конца изучено. Людей, у которых нет такого же восприятия цвета, как у большинства из нас, называют дальтониками, и, узнав кое-что о дальтонизме, мы лучше всего получим представление о самом восприятии цвета. Примерно у четырех мужчин из ста нарушено цветоощущение; у женщин этот показатель лишь примерно в десять раз выше. Безусловно, самый распространенный тип - это тот, при котором ни красный, ни зеленый не воспринимаются правильно, но оба воспринимаются как нейтральные оттенки и во многих случаях выглядят настолько похожими, что человек не может отличить один от другого. Практическая важность определения наличия этого дефекта становится очевидной, когда мы думаем, что красный и зеленый огни используются в сигнализации чаще, чем любые другие цвета, так что железнодорожники и другие лица, работающие по сигналам, должны обладать нормальным цветоощущением. Было обнаружено, что даже люди с нормальным цветовым зрением страдают дальтонизмом по краям сетчатки. Это можно легко продемонстрировать, медленно поднося красный или зеленый диск к глазу человека, который тем временем продолжает смотреть прямо перед собой. Некоторое время он будет видеть диск краем глаза, прежде чем сможет определить, какого он цвета. На самом деле, если используется красный или зеленый диск, он обычно не будет уверен в цвете до тех пор, пока он не окажется почти прямо перед ним. Синие или желтые диски можно с уверенностью различить гораздо дальше, но даже эти цвета не воспринимаются четко до края поля зрения. Эти эксперименты показывают, что сетчатка становится все более и более развитым органом восприятия цвета по мере того, как мы приближаемся все ближе и ближе к центру; на крайних краях вообще отсутствует чувство цвета, а есть только примитивная способность отличать свет от темноты; ближе различаются синий и желтый, а не красный и зеленый; только в центральной части отчетливо видны все цвета.

В дополнение к тем видам информации, которые были описаны до сих пор, которые приносят органы чувств на расстоянии, существует другой вид, не менее важный для нашего фактического использования органов чувств; это информация о "направлении от нас" объекта или объектов, которые вызывают чувства. Мы можем получить это с помощью всех органов чувств на расстоянии, но в случае зрения гораздо совершеннее, чем в других. Мы определяем направление расположения объектов, которые обоняем, поворачивая голову в ту или иную сторону, одновременно приносясь и отмечая положение, в котором запах улавливается наиболее отчетливо. Животные с острым обонянием, такие как собаки, могут с помощью этого средства очень точно определять направление. В случае со слухом метод заключается в повороте головы до тех пор, пока звук не станет одинаково громким в обоих ушах. Можно было бы ожидать, что человек, плохо слышащий на одно ухо, никогда не сможет определить местонахождение звуков с помощью этого метода; но, на самом деле, такие люди бессознательно допускают разницу в слухе в двух ушах и поэтому могут судить о направлении звуков примерно так же хорошо, как любой из нас. Животные, такие как лошади или кролики, у которых очень подвижные наружные уши, несомненно, могут улавливать звуки гораздо точнее, чем мы. Наши внешние уши почти бесполезны для слуха; люди, имевшие несчастье их потерять, слышат практически так же хорошо, как и все остальные.



ДИАГРАММА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ, КАК РАССТОЯНИЕ ВЛИЯЕТ НА РАЗМЕР ИЗОБРАЖЕНИЯ

Мы определяем направления с помощью зрения с идеальной точностью, потому что до тех пор, пока изображение объекта, на который мы смотрим, не попадет в центр сетчатки, оно не будет видно четко. Единственный способ заставить изображение падать именно туда - это смотреть прямо на объект. Мышечное восприятие в глазных мышцах чрезвычайно тонкое, так что, если глаза вообще закатываются при взгляде на что-либо, мы знаем это и можем судить, также, насколько они отклонены от прямого положения. Таким образом, мы можем точно определить направление от нас любого объекта, который мы можем видеть.

Мы можем очень точно оценить *расстояние* до ближайшего объекта, отметив степень, на которую должны быть повернуты два глаза, чтобы ясно видеть его обоими. Мы совершенно не осознаем этот способ вынесения суждения; все, что мы знаем, - это то, что мы можем сказать. Легко доказать, что это зависит от двух глаз, закрыв один и пытаясь совершать движения, зависящие от точного знания расстояния. Хороший пример - вдевание нитки в иголку боком. С открытыми обоими глазами это можно сделать довольно легко, но с закрытым одним это вообще невозможно, разве что случайно. О расстояниях до объектов, находящихся так далеко, что глаза при взгляде на них не поворачиваются, судят исключительно на основании их размера. Ясно, что фактический размер любого изображения на сетчатке будет частично зависеть от того, насколько велик объект, и частично от того, как далеко он находится. Если объект, который, как мы знаем, является большим, отбрасывает на сетчатку маленькое изображение, мы приходим к выводу, что он находится далеко. Отсюда следует, что, если в поле зрения нет знакомых объектов, суждения о расстоянии вообще не заслуживают доверия. Хорошей иллюстрацией может служить взгляд на голый склон холма и попытка оценить расстояние до вершины. Если во время проведения этой оценки на вершине внезапно появляется человек или лошадь, они почти всегда будут казаться неожиданно большими, показывая, что вершина холма на самом деле не так далеко, как предполагалось.

Обладание двумя глазами вместо одного является для нас преимуществом и в другом отношении, помимо помощи в оценке ближних расстояний. Это делается для того, чтобы объекты казались твердыми, или, другими словами, для того, чтобы помочь оценить глубину. Когда мы смотрим вокруг, нам нетрудно понять, что одни объекты находятся близко, а другие далеко, и что у самих объектов есть некоторые части, которые находятся ближе к нам, чем другие. Очень многое помогает нам в этом осознании. Первым и главным является то, что известно в искусстве как перспектива, а именно тенденция отдаленных объектов или отдаленных частей объектов казаться меньше, чем те, что находятся вблизи. Лучше всего это можно проиллюстрировать на примере параллельных линий, отходящих от глаза, например, когда человек стоит на прямом железнодорожном пути и смотрит вдоль него. Хотя мы прекрасно знаем, что рельсы на всем протяжении находятся на одинаковом расстоянии друг от друга, если бы мы безоговорочно верили своему зрению, то подумали бы, что они постепенно сближались. Именно из-за этого вопроса перспективы рисунки твердых объектов должны показывать предположительно параллельные стороны ближе друг к другу на дальнем конце, чем на ближнем. Помимо перспективы, необходимо учитывать тени. Только твердые объекты отбрасывают тени, поэтому, если мы видим

тень, очевидно отбрасываемую каким-либо объектом, мы, естественно, приходим к выводу, что он твердый. Как перспектива, так и тени могут использоваться художниками для придания рисункам и картинам реалистичности. Фактически, у них почти нет других средств для этого. Как мы все знаем, даже самые умные картины не создают впечатления глубины, равного тому, которое возникает при взгляде на твердые объекты. Это происходит из-за помощи, которую мы получаем от двух глаз в последнем случае. Причина различия заключается в том, что когда мы смотрим на твердый объект обоими глазами, вид, который мы получаем одним глазом, не совсем такой, как другим; левым глазом мы видим немного дальше вокруг с левой стороны, а правым - с правой. Совместный взгляд двумя глазами создает у нас впечатление целостности, которого невозможно достичь, когда взгляд двумя глазами в точности одинаков, как когда мы смотрим на картину. Единственный способ, которым на снимке действительно можно получить впечатление глубины, - это использование знакомого метода стереоскопа, когда два снимка делаются одновременно двумя камерами, расположенными немного дальше друг от друга, чем два глаза; а затем на них смотрят вместе через специальную пару призм.

С помощью трех органов чувств на расстоянии - обоняния, слуха и зрения - мы получаем довольно полную информацию о том, что находится вокруг нас. Все три дают представление о направлении от нас объектов, хотя зрение делает это лучше, чем любое из других. Зрение также позволяет нам точно определять расстояние до объектов, при условии, что они находятся достаточно близко. Обоняние и слух, так же как и зрение, могут дать нам некоторое представление о расстоянии до удаленных объектов, но только тогда, когда мы имеем дело со знакомыми ощущениями. Очень слабый запах или слабый звук означает отдаленный объект при условии, что мы знаем достаточно об источнике, чтобы понимать, что если бы объект находился рядом, ощущения были бы более острыми. Наше суждение об удаленных объектах с помощью зрения лучше этого, но ни в коем случае не идеально. Когда мы сравниваем чувства на расстоянии с чувствами контакта, мы сразу видим, что огромное преимущество, исходящее от владения чувствами на расстоянии, заключается во времени, которое отводится на действие. В главе, посвященной контактным ощущениям, мы подчеркивали тот факт, что реакция на них должна быть немедленной; нет времени на привередливость. Когда мы можем узнать о присутствии объектов до того, как они достигнут нас, а также кое-что об их направлении и расстоянии, нам обычно требуется время, чтобы выбрать наиболее подходящий план действий. Нам не нужно прыгать в грязную лужу, чтобы спастись от автомобиля, если мы увидим его достаточно скоро. В следующей главе мы узнаем, как эта возможность выбора реализуется при нашем развитии в высокоинтеллектуальных животных.

ГЛАВА X

НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ПРОСТЫЕ НЕРВНЫЕ ДЕЙСТВИЯ

Во второй главе мы увидели, что для того, чтобы заставить наши мышцы действовать в соответствии с информацией, приносимой органами чувств, необходимы некоторые средства связи между ними; мы увидели также, что этими средствами является нервная система. Теперь, когда мы кое-что узнали как о мышцах, так и об органах чувств, мы готовы рассмотреть способ, которым осуществляется коммуникация между ними. Прежде всего, мы должны осознать, что это делает живая протоплазма. Нервные клетки живые, и у них есть свой основной метаболизм, как и у всех других живых клеток. У них также есть свой функциональный метаболизм; но у них он принимает форму не принудительного движения, как в мышцах, или производства специальных материалов, как в клетках желез, а передачи нарушения от одной части клетки к другой. Интересным и важным фактом об этой передаче нарушений является то, что фактическое количество функционального метаболизма, необходимое для этого, очень мало. Только с помощью самых тщательных измерений было показано, что функционирующие нервные клетки обладают более интенсивным метаболизмом, чем те, которые находятся в состоянии покоя. Долгое время считалось, что нервная клетка действует очень похоже на телефонный или телеграфный провод, передавая какое-то возникающее в ней возмущение, но сама не принимая никакого активного участия в этом процессе. Теперь мы знаем, что особая активность нервных клеток является формой функционального метаболизма, точно так же, как особая активность мышечных клеток или клеток желез.

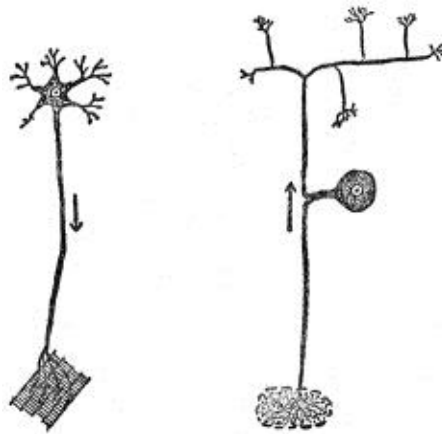
Нервные клетки должны обеспечивать связь между органами чувств и мышцами, а, как мы уже видели, они часто находятся на значительном расстоянии друг от друга. Следовательно, необходимо, чтобы нервные клетки были достаточно длинными, чтобы преодолевать эти расстояния. На самом деле, отдельным клеткам нет необходимости иметь такую большую длину, потому что они могут располагаться вплотную друг к другу, образуя путь живой протоплазмы, состоящий не из одной клетки, а из цепочки из них. Если мы посмотрим на нервную клетку под микроскопом, то увидим, что она состоит из небольшой центральной массы протоплазмы, которой было дано название “клеточное тело”. От этого тела клетки отходит крошечная нить живой протоплазмы. Эта нить называется *аксоном*. Она настолько тонкая, что ее можно увидеть только под мощным микроскопом, и все же в наших собственных телах и телах всех крупных животных многие из них достигают трех футов и более в длину без перерыва. Эта крошечная протоплазматическая нить, аксон, первоначально образовалась в результате роста из тела клетки. По мере роста она окружалась оболочкой, которая, вероятно, придает ей прочность и уменьшает опасность ее разрыва. Еще одна вещь, которая помогает уберечь аксоны от повреждения, - это то, что они всегда находятся в связках. Вместо того чтобы один из этих очень тонких аксонов лежал сам по себе, он будет связан с несколькими сотнями других; устройство аналогично устройству телефонного кабеля, где огромное количество отдельных проводов соединено вместе в большой и очень прочный кабель. Живая протоплазма нервной клетки имеет серый цвет, так что везде, где это видно, у нас есть то, что обычно называют серым веществом. Минуту назад мы видели, что каждый аксон заключен в оболочку. Некоторые из этих оболочек прозрачны, так что под ними виден серый цвет, но большинство из них покрыто слоем белого материала, из-за чего они выглядят белыми, а не серыми. Пучки аксонов, соответствующие телефонным кабелям, составляют то, что мы называем нервами. Почти все нервы белого цвета из-за белого материала в оболочках.

Органы чувств, как мы видели в главах VIII и IX, находятся: некоторые из них внутри тела, другие расположены на поверхности кожи, а остальные - в специальных органах чувств, таких как глаза или уши. Очень сложный орган, такой как глаз или ухо, имеет тысячи отходящих от него

аксонов. В случае с глазом они объединены в большой нерв, отходящий от него сзади, который называется зрительным нервом. Аналогичный большой нерв идет от уха. Когда на какой-либо орган чувств воздействуют, например, когда свет попадает в глаз или звук проникает в ухо, это вызывает нарушение в некоторых или всех отходящих от него аксонах.

Как мы уже говорили снова и снова, назначение нервной системы - возбуждать мышцы к деятельности и направлять их в этой деятельности. Затем мы должны спросить, как нервы распределены по мышцам. Если мы препарируем тело любого животного или птицы, мы можем обнаружить нервы, идущие к различным частям. Например, по каждой ноге проходит большой нерв; этот нерв подразделяется здесь и там. Поскольку мы знаем, что нерв состоит из огромного количества связанных вместе аксонов, мы поймем, что это подразделение не является настоящим разветвлением, а просто отходом некоторых аксонов от основного ствола вдоль меньшего ствола. Некоторые из этих более мелких отростков ведут к окончаниям в коже; они содержат аксоны, соединяющиеся с органами чувств. Другие ведут непосредственно к мышцам. Некоторые из этих аксонов могут также соединяться с органами чувств, поскольку, как мы уже видели, в каждую мышцу встроены органы мышечного восприятия, но, кроме того, любой нерв, ведущий к мышце, содержит великое множество аксонов, которые проходят непосредственно к мышечным волокнам. Это аксоны, с помощью которых мышцы приводятся в действие. Общим правилом нервной системы является то, что ни одна нервная клетка не проходит без перерыва от какого-либо органа чувств к какому-либо мышечному волокну. Аксон, который сообщается с органом чувств, принадлежит одной нервной клетке; аксон, который соединяется с мышечным волокном, принадлежит другой нервной клетке. Первая называется *сенсорной* нервной клеткой, вторая - *двигательной* нервной клеткой. Некоторое представление о внешнем виде этих ячеек можно получить из рисунков на странице 126.

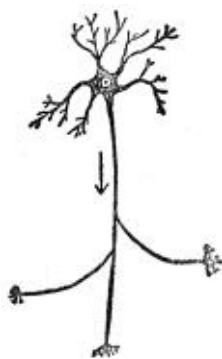
Будет видно, что тело сенсорной клетки, по-видимому, находится на небольшом боковом ответвлении. Фактически, ветвь двойная, так что, когда нервное возбуждение, проходящее от органа чувств, доходит до начала этой ветви, оно может пройти вверх к телу клетки, а затем выйти из тела клетки по второй части ветви и так далее по другой части аксона. На рисунке видно, что эта часть аксона имеет несколько ветвей; на самом деле это ветви протоплазмы, а не отходящие отдельные аксоны, как в случае с нервным стволом. Использование этих веточек мы увидим чуть позже. Также на кончиках каждой веточки есть крошечное оперение. Мы сейчас объясним это. Давайте сначала посмотрим на рисунок двигательной нервной клетки. Он имеет тело клетки и длинный аксон, и, помимо них, имеет великое множество коротких протоплазматических ветвей, торчащих во все стороны от тела клетки. Поскольку нервное возбуждение, чтобы перейти от органа чувств к мышце, должно пройти через чувствительную нервную клетку, а также через двигательную нервную клетку, очевидно, должен быть какой-то момент, в котором оно покидает чувствительную клетку и попадает в двигательную. Это достигается за счет того, что крошечные отростки на кончике сенсорной клетки переплетаются с тонкими отростками, выступающими из тела двигательной клетки. Такое расположение мы можем назвать нервным соединением. Во всем теле, конечно, есть миллионы таких нервных соединений.



ДВИГАТЕЛЬНАЯ НЕРВНАЯ КЛЕТКА, СЕНСОРНАЯ НЕРВНАЯ КЛЕТКА
(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Мы только что описали простейшее расположение нервного пути от органа чувств к мышце; он состоит из чувствительной нервной клетки, нервного соединения и двигательной нервной клетки. Такое расположение отвечает на вопрос, где орган чувств и мышца находятся в одной и той же части тела, но может случиться так, что орган чувств находится в одной части тела, а мышца - в отдаленной, как, например, глаз и мышцы руки. Для установления этих отдаленных связей необходимы дополнительные нервные клетки, и их мы находим в организме в виде своеобразных нервных клеток, которые служат связующим звеном между сенсорными клетками и двигательными клетками. Это можно назвать просто соединительной нервной клеткой. По внешнему виду он похож на двигательную нервную клетку, за исключением того, что у него много ответвлений, которые заканчиваются не мышечными волокнами, а тонкими перьями, подобными тем, что на кончиках чувствительной нервной клетки. Когда эти соединительные клетки присутствуют в цепочке, устройство выглядит следующим образом: от органа чувств сенсорная нервная клетка будет отходить точно так же, как описано ранее, оперение на кончике будет образовывать нервное соединение со соединительной клеткой, а не с двигательной клеткой. Эта соединительная клетка также имеет выросты на кончиках своих ветвей, и эти выросты образуют нервное соединение с другой нервной клеткой. Это может быть двигательная ячейка, и в этом случае путь завершен, или это может быть другая соединительная ячейка, которая, в свою очередь, может вести к двигательным ячейкам или соединительным ячейкам.

Таким образом, нервная система состоит из цепочек нервных клеток. Итак, почему такое устройство присутствует? В очень многих случаях органы чувств и мышцы находятся рядом или на небольшом расстоянии друг от друга; почему ни одна нервная клетка не достигает непосредственно от органа чувств к мышце? Ответ прост, если мы на мгновение задумаемся о том, как работает тело.



СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ НЕРВНАЯ КЛЕТКА
(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Информация, поступающая через определенные органы чувств, не всегда может быть использована для приведения в действие определенных мышц. То, что мы видим, иногда заставляет нас двигать одной рукой, иногда другой, иногда ногами, иногда мышцами головы и так далее. Это означает, что глаз способен устанавливать связь с очень большим количеством различных мышц. То же самое верно и для других органов чувств. Тело не могло бы работать так, как оно работает, если бы определенные органы чувств были связаны с определенными мышцами и никаких других. На самом деле, не будет преувеличением сказать, что для правильной работы тела требуется, чтобы любой орган чувств был способен установить связь с любой мышцей. Возможно, это можно было бы сделать, снабдив каждый орган чувств таким количеством сенсорных нервных клеток, какое имеется в мышцах, но это было бы столь же неуклюже, как пытаться провести отдельный телефонный провод к каждому другому офису в большом городе.

Устройство нервной системы очень похоже на устройство городской телефонной системы. Все чувствительные нервные клетки ведут в часть нервной системы, которой дано название *Центральная нервная система*, точно так же, как все телефонные провода ведут к “центральному обменному устройству”. Из этой центральной нервной системы или “биржи” все двигательные нервные клетки распространяются к мышцам. Существует одно важное различие между устройством нервной системы и телефонной станцией, а именно то, что нервная система является “односторонней” системой. Как мы все знаем, телефонный аппарат может использоваться как для отправки, так и для приема, и одни и те же провода передают сообщения в обоих направлениях. Это не относится к нервной системе. Сообщения от органов чувств поступают в центр по чувствительным нервам и выходят из центра по двигательным нервам. Центральная нервная система функционирует как “обмен”, могут быть установлены связи от любой сенсорной клетки к любой двигательной клетке.

Поскольку эта способность центральной нервной системы устанавливать связи здесь и там внутри себя является, пожалуй, самой важной из всех наших нервных действий, как мы вскоре увидим, мы должны попытаться составить представление о том, как это делается. Если мы снова посмотрим на рисунки чувствительных и соединительных нервных клеток, мы заметим, что оба вида разветвлены; кончик каждой ветви образует нервное соединение. Это означает, что, например, каждая сенсорная клетка имеет столько выходов, сколько у нее ответвлений. Если бы каждый из этих выходов сообщался непосредственно с двигательной нервной клеткой, количество соединений, которые могла бы установить эта сенсорная клетка, зависело бы от количества ее ответвлений; но, на самом деле, большинство ответвлений от сенсорных клеток образуют нервные соединения с соединительными клетками, а не с двигательными клетками напрямую.

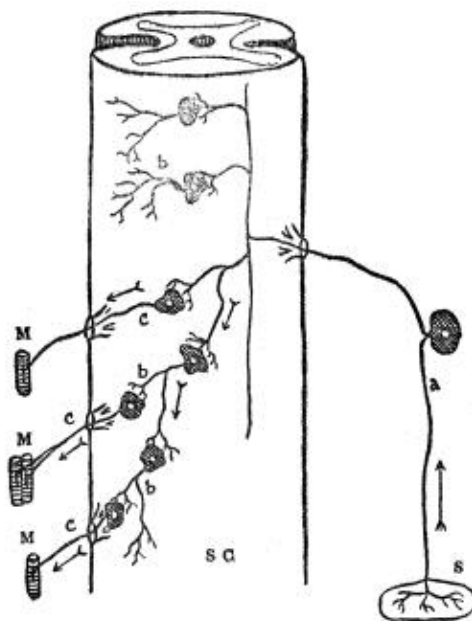


СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ НЕРВНЫХ КЛЕТОК

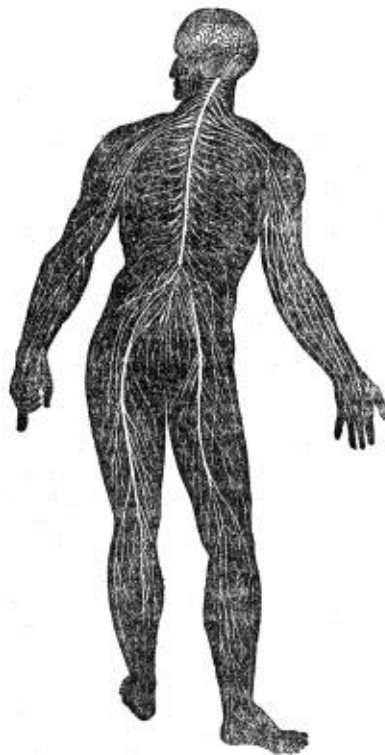
SC - спинной мозг; S - орган чувств; M - мышца; а - чувствительная нервная клетка; b - соединительная нервная клетка; c - двигательная нервная клетка

Эти соединительные клетки, в свою очередь, разветвлены, и многие из этих ответвлений снова ведут к соединительным клеткам, поэтому мы видим, что количество соединений, которые может создать одна сенсорная клетка, быстро становится очень большим. Устройство показано на прилагаемой схеме. Таким образом, не только одна сенсорная клетка имеет возможность нервной связи со всеми мышцами, но верно и обратное, а именно, что каждая мышца имеет возможность быть связанной с каждым органом чувств. Это означает, что должно быть несколько нервных переходов, соединяющихся с клеточным телом каждой из двигательных нервных клеток. Если мы еще раз взглянем на схему двигательной нервной клетки, то увидим, что от нее отходят очень много крошечных ответвлений. Их достаточно много, чтобы позволить перистым кончикам огромного количества сенсорных или соединительных нервных клеток переплетаться с ними и, таким образом, воздействовать на любую двигательную клетку с очень многих различных направлений.

Центральная нервная система, которая является местом, где проходят все эти сильно разветвленные пути и где расположены все нервные соединения, состоит из двух основных частей - головного и спинного мозга. Головной мозг находится внутри черепа, а спинной мозг является продолжением спины. Он находится в туннеле, образованном дугами костей позвоночного столба, как описано в главе VI. Кабели, содержащие аксоны как сенсорных, так и двигательных нервных клеток, тянутся от головного или спинного мозга к различным частям тела, где расположены органы чувств и мышцы. Они начинаются как большие нервные стволы, которые делятся по мере того, как удаляются все дальше и дальше от центральной нервной системы. Крупные нервные стволы расположены парами — те, которые отходят от головного мозга, называются *черепными* нервами; те, которые отходят от спинного мозга, называются *спинномозговыми* нервами. Черепно-мозговые нервы, за исключением одного, ведут только к точкам на голове или шее и поэтому короткие; спинномозговые нервы, с другой стороны, тянутся к различным частям туловища или вниз по рукам и ногам, так что некоторые из них могут быть трех футов длиной или более. Представление об устройстве нервной системы дано на прилагаемом рисунке.

Хороший способ осознать реальную работу нервной системы - предпринять определенное действие и довести его до конца. Предположим, босоногий мальчик наступил на острый шип.

Шип возбуждает некоторые органы чувств в подошве стопы. Это, в свою очередь, вызывает нарушения в чувствительных нервных клетках, которые проходят вверх по ноге к нижнему концу спинного мозга в пояснице. Внутри спинного мозга сенсорные клетки разветвляются, и возмущение, вызываемое укусом шипа, распространяется по всем этим ветвям до их кончиков. Некоторые из пораженных таким образом нервных окончаний приводят к мышцам, которые заставляют ногу подниматься вверх; другие сообщаются с соединительными нервными клетками, которые простираются до самого спинного мозга и доходят до головного мозга и заставляют мальчика осознавать тот факт, что он наступил на колючку; третьи могут установить связь с мышцами, которые заставляют его сесть и посмотреть на нижнюю часть стопы; третьи могут привести к голосовым мышцам и слезным железам, заставляя мальчика плакать. Конечно, это не единственно возможные нервные соединения; теоретически каждая мышца в теле может быть приведена в действие в результате наступления на колючку. На самом деле, есть условие, при котором это произойдет. Наркотик стрихнин оказывает такое воздействие на нервную систему, что стимуляция любого органа чувств действительно возбуждает все мышцы тела, вызывая так называемые судороги.

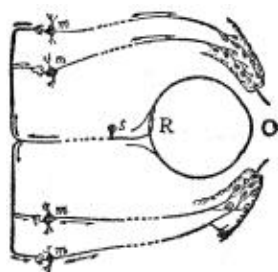


ДИАГРАММА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Существуют некоторые другие яды, которые могут действовать аналогичным образом. Судороги вовсе не редкость у маленьких детей. Способ, которым вызывается судорога, заключается в распространении возмущения по всему телу от одного органа чувств. Таким образом, в нервной системе мы имеем такое устройство, при котором при особых условиях нервное расстройство может передаваться от любого органа чувств к любой или всем мышцам, но при обычных условиях расстройство распространяется только на определенную мышцу или группу мышц. Очевидно, что от нервной системы вообще не было бы никакой пользы, если бы не существовало этого последнего устройства. Для того чтобы наши мышцы служили нам, они должны действовать в соответствии с информацией, поступающей от органов чувств, а это может произойти только

тогда, когда определенные группы мышц работают в соответствии с информацией, поступающей от определенных органов чувств или групп органов чувств. Мы объясняем поведение центральной нервной системы, говоря, что через нее проходят предпочтительные пути, или, выражаясь несколько иначе, когда нервное расстройство распространяется на любую нервную клетку, оно распространяется одинаково на все ее части, но не проходит с одинаковой легкостью по всем нервным соединениям. Некоторые нервные соединения позволяют нарушению проходить легче, чем другие, и именно эта разница в легкости прохождения нервных соединений определяет, по какому пути последует нарушение. Мы не знаем никаких других средств, с помощью которых можно было бы осуществить этот выбор определенных путей из огромного числа возможных путей.

То, что мы сейчас описываем, - это простой фундамент, на котором покоится вся наша нервная деятельность. По этой причине мы сейчас рассматриваем не работу мозга, а только прямые связи между органами чувств и мышцами. У некоторых очень низших животных вся нервная система состоит из таких простых связей.



ДИАГРАММА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ РЕФЛЕКС

Внезапно перед глазами появляется объект О. Его изображение, формируемое на сетчатке R, органе чувств, запускает импульсы по волокнам чувствительной нервной клетки s, которые, в свою очередь, стимулируют двигательные нервные клетки m. Они, в свою очередь, стимулируют соответствующие мышцы века, заставляя подмигивать. (Вслед за Хафом и Седжвиком, “Человеческий механизм”).

Нервная активность, которая заключается в передаче возмущения от органа чувств к мышце, называется *рефлексом*. У нас самих есть много примеров: если мы случайно прикасаемся к чему-то горячему, рука отдергивается. Щекотание подошв ног у того, кто спит, вызывает их подтягивание; раздражение в горле вызывает у нас кашель или в носу чихание; попадание яркого света в глаза заставляет нас моргать; все это примеры прямого распространения нервных расстройств от органов чувств к мышцам. В каждом случае путь лежит от органа чувств по чувствительной нервной клетке к некоторой точке центральной нервной системы, затем либо по прямому нервному соединению к двигательной нервной клетке, либо по одной или нескольким соединительным нервным клеткам к двигательной нервной клетке и, таким образом, к соответствующим мышцам. Этирефлекторные действия следуют за возбуждением органа чувств с задержкой не большей, чем требуется для прохождения возмущения по нервному пути. В каждом нервном соединении происходит задержка в небольшую долю секунды, из-за чего некоторые рефлексy действуют медленнее, чем другие. Например, существует рефлекс, известный как коленный толчок; это удар ногой наружу, который является результатом резкого удара по передней части ноги чуть ниже колена. Удар следует настолько близко после удара, что в проводящем пути не может быть более одного или максимум двух нервных окончаний. Рефлекс подмигивания, с другой стороны, длится в несколько раз дольше, хотя глаз находится гораздо ближе к центральной нервной системе, чем то место на ноге, по которому наносится удар при возбуждении коленного рефлексa. Поскольку фактическая длина нерва, по которому проходит

раздражение, при подмигивании намного короче, чем при толчке коленом, в то время как время рефлекса намного больше, мы приходим к выводу, что нервный путь, который используется для возбуждения подмигивания, содержит гораздо больше нервных соединений и, следовательно, включает в себя гораздо больше соединительных клеток, чем путь для толчка коленом. В данном конкретном случае причина, по которой путь подмигивания содержит так много соединительных клеток, заключается в том, что это мозговой путь, в то время как путь коленного рефлекса включает только нижний конец спинного мозга, где расположение нервных клеток намного проще.

Для нас важно четко представлять себе работу рефлексов, чтобы быть способными понять более сложные нервные действия, которые будут описаны в следующей главе. Нам нужно помнить, что обычным способом возникновения нервных расстройств являются органы чувств. За некоторыми исключениями, которые будут описаны позже, всякий раз, когда нервное возбуждение происходит где-либо в наших телах, его можно проследить, хотя часто и очень косвенно, до органа чувств, из которого первоначально исходило нарушение. Роль, которую играет в этом мозг и то, что мы называем нашими ментальными процессами, будет описана в следующей главе.

Прежде чем перейти к этой теме, мы должны сказать несколько слов о нервном переутомлении. В главе VII мы упоминали тот факт, что большая часть нашего реального ощущения усталости носит скорее нервный, чем мышечный характер. О нервном переутомлении известно не так много, как об усталости, которая возникает, когда мышцы перегружены работой. Одна вещь, которая кажется довольно очевидной, заключается в том, что место, где на самом деле локализуется усталость, находится в очень тонких нервных соединениях. Эти соединения оказывают некоторое сопротивление протеканию по ним нервных расстройств, и если они вынуждены слишком часто подчиняться этому протеканию, они, по-видимому, оказывают еще большее сопротивление; другими словами, утомляются. Мы должны помнить, что нервные соединения - чрезвычайно тонкие структуры, состоящие из переплетения почти невообразимо крошечных отростков на кончиках сенсорных или соединительных нервных клеток со столь же крошечными, похожими на перышки, ответвлениями от клеточных тел соединительных или двигательных нервных клеток. Вероятно также, что из-за своей деликатности они легко подвергаются воздействию продуктов жизнедеятельности, которые могут циркулировать в кровотоке от активных мышц. В любом случае, способ оправиться от нервного переутомления - это просто отдохнуть. Тонким нервным соединениям несложно избавиться от усталости, если дать им такую возможность. Способ дать им этот шанс - не использовать его. Как мы увидим в следующей главе, психические процессы состоят из нервных нарушений, проходящих тут и там в мозге. Если мы позволяем себе слишком постоянно думать об одном и том же, мы, очевидно, снова и снова вызываем нервные расстройства в одних и тех же нервных соединениях. Чтобы дать этим нервным соединениям возможность отдохнуть, нам нужно подумать о чем-то совершенно другом. Слово, которое лучше всего выражает то, что мы имеем в виду, - это "отвлечение". В строгом смысле отвлечение означает отказ от того, чем мы занимались, к чему-то другому, и это лучший способ дать мозгу отдохнуть. Человек, который берет свои дела с собой домой и сосредотачивается на них в часы, которые, как предполагается, отведены для отдыха, может быть в состоянии достичь на данный момент большего, чем если бы он действительно отдыхал, хотя даже это сомнительно; но в долгосрочной перспективе нет сомнений в том, что постоянная эффективность зависит от предоставления усталым нервным соединениям достаточной возможности восстановиться, а это значит, что мысли должны быть направлены в совершенно другие русла.

ГЛАВА XI

МОЗГ И СЛОЖНЫЕ НЕРВНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Мы Только что увидели, что лежащее в основе нервная система устроена так, что делает возможной связь между любым органом чувств в теле и любой мышцей; также, что в работе нервной системы существуют определенные пути от данных органов чувств к конкретным мышцам, которые мы можем назвать избранными путями, и по которым легко проходят нервные нарушения. Эти пути работают таким образом, что мышцы, которые приводятся в действие в результате возбуждения любого органа чувств, с наибольшей вероятностью отвечают потребностям животного. Существует ряд аспектов, в которых нервная система, имеющая не более того, что мы до сих пор описывали, не соответствовала бы требованиям любого животного, за исключением, возможно, самых простых. Чего не хватает, что, возможно, является наиболее важным, так это способности выполнять действия в ответ на информацию, полученную в какой-то прошлый раз; другими словами, способности извлекать пользу из опыта. Поскольку нервная система была описана до этого момента, мышцам передается только непосредственное воздействие на органы чувств, чтобы привести их в действие. На самом деле, мы знаем, что мы сами, так же как и многие высшие животные, способны извлечь пользу из прошлого опыта. Иными словами, мы можем заставить наши мышцы двигаться в соответствии с информацией, полученной в какой-то момент в прошлом. Следовательно, в нервной системе должно быть какое-то устройство для этого, и наша нынешняя задача - описать его. В главе об органах чувств на расстоянии значительный акцент был сделан на том факте, что преимущество наличия органов чувств на расстоянии заключается в том, что у животного остается время для выбора из различных реакций, которые оно может предпринять на информацию, полученную органами чувств. Именно эта возможность выбора лежит в основе высшей нервной деятельности, которую мы сейчас начинаем описывать. Как только появляется элемент выбора, нервное расстройство не может перейти от органа чувств к мышце за минимально возможное время. Для того чтобы был выбор, должна быть задержка, пока производится выбор мышцы, которая должна быть приведена в действие. Таким образом, мы имеем новую особенность в связи с работой органов восприятия на расстоянии, заключающуюся в том, что нервное возбуждение может прекратиться в какой-то момент в ходе его распространения от органов чувств к мышцам. Каждое животное, обладающее органами восприятия расстояния, демонстрирует эту особенность возможной задержки в распространении нервного расстройства по нервным путям, и у каждого из них особая часть нервной системы, в которой это происходит, известна как мозг. На самом деле никакие другие нервные клетки, за исключением некоторых нервных клеток мозга, не обладают такой способностью останавливать нервное возбуждение и удерживать его в течение некоторого времени, прежде чем отправить дальше.

Одна особенность информации, поступающей через органы восприятия на расстоянии, заключается в том, что большая ее часть не требует немедленной активности. Например, голодная лиса, увидев птицу, устроившуюся на насесте в доступном месте, может сразу же наброситься на нее, но если бы в данный момент она была либо полностью удовлетворена, либо несла птицу, которую поймала минуту назад, у нее не было бы повода хватать эту птицу; скорее было бы желательно, чтобы она отложила ее в уме, чтобы быть пойманной в будущем. В случае, используемом на иллюстрации, нервное действие происходит вначале точно так, как мы это себе представляли; то есть возбуждается орган чувств, а это, в свою очередь, вызывает нарушение нервного пути; однако, когда это доходит до мозга, это не продолжается оттуда, вызывая немедленную мышечную активность, но вместо этого удерживается в мозге и может вызвать активность в какой-то момент в будущем, как, например, если лиса, забрав птицу, которую она несет домой своим детенышам, возвращается в поисках той, которую она видела сидящей на

насесте. Мы прекрасно знакомы с этой способностью предотвращать нервные расстройства; мы знаем ее под названием *память*, хотя, возможно, мы и не думали о памяти именно в этом смысле. Если мы рассмотрим, что такое память на самом деле, мы увидим, что это именно то, что мы описывали, а именно прекращение нервных расстройств, поступающих от органов чувств, и удержание их, чтобы они могли, в свою очередь, вызвать в будущем нервное расстройство, которое вызовет активность. Если мы попытаемся представить, что на самом деле происходит в нервных клетках, где находится это воспоминание, мы можем сказать только, что когда нервное расстройство поражает эти клетки, оно не проходит сразу, оставляя их почти такими, какими они были раньше, но останавливается в них и вызывает в них какие-то постоянные изменения. Интересной особенностью памяти является ее постоянство. Мы можем действовать на основе воспоминаний, которые хранили годами. Не один человек, переезжающий из определенного города в раннем возрасте и возвращающийся в него в более поздние годы, помнит вещи, которые он видел в детстве, достаточно хорошо, чтобы найти к ним дорогу снова.

Поскольку память регистрируется в клетках мозга как постоянное или довольно стойкое изменение, она может снова и снова становиться источником нервных расстройств. На самом деле, это одно из его величайших преимуществ, потому что, когда мы однажды узнали что-то, мы можем использовать это множество раз, и нам не нужно заставлять органы чувств заново возбуждаться каждый раз, когда желательно использовать этот конкретный фрагмент информации.

Для того, чтобы клетки мозга могли получать и накапливать воспоминания, очевидно, необходимо, чтобы нервные пути от органов чувств вели в мозг; итак, если мы вернемся к чувствительным нервным клеткам, мы обнаружим, что почти в каждой из них, если не в каждой, одна из ветвей образует нервное соединение с соединительной клеткой, которая либо простирается непосредственно в мозг, либо соединяется с другими соединительными клетками, которые это делают. Это верно не только для органов чувств на расстоянии, но и для органов чувств контакта и, в некоторой степени, для тех, кто находится внутри тела. Путь, по которому к головному мозгу можно добраться от органов чувств, расположенных в теле, проходит через чувствительные нервные клетки к спинному мозгу и вдоль спинного мозга путем соединения нервных клеток с головным мозгом. Все органы восприятия на расстоянии расположены в голове, поэтому их нервные пути ведут в мозг непосредственно по черепным нервам; для глаза - зрительный нерв; для уха - слуховой нерв; и для органа обоняния - обонятельный нерв. Один очень интересный факт о связи органов чувств с мозгом заключается в том, что нервные пути в каждом случае пересекаются с левой стороны на правую и наоборот, так что все органы чувств в левой половине тела связаны с правой половиной мозга, а органы чувств в правой половине тела - с левой половиной мозга.

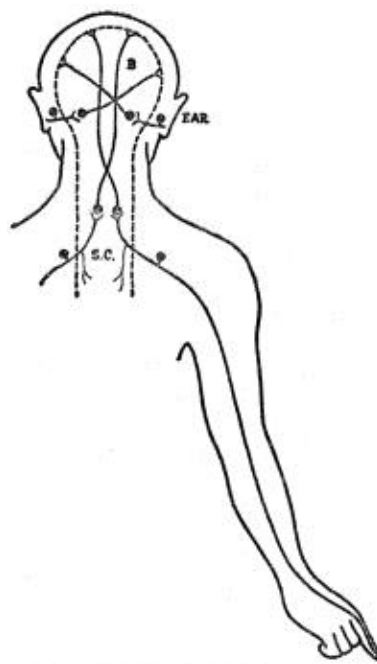
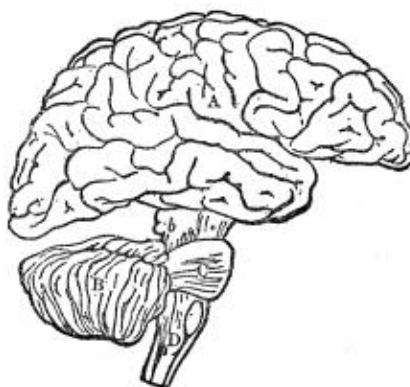


СХЕМА НЕРВНЫХ ПУТЕЙ

В, головной мозг; S. C., спинной мозг

Мы не знаем причин, по которым это должно быть так. Это просто интересный факт. Схема, показывающая путь от органа чувств в теле и от одного из органов чувств головы к мозгу, приведена на прилагаемом рисунке.



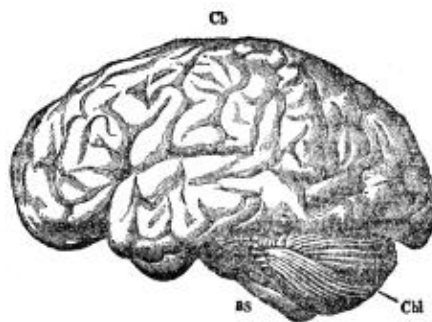
ДИАГРАММА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ ОБЩИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЧАСТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

А - головной мозг; В - мозжечок; b, C, D - ствол головного мозга. (Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Мозг у человека и у всех высших животных - очень сложный орган, состоящий из множества различных частей. Чтобы максимально упростить описание, мы опустим все упоминания о более мелких подразделениях и будем говорить только о наиболее важных частях. Их всего три, они называются *головной мозг*, *мозжечок* и *ствол головного мозга*. Здесь показано их расположение относительно друг друга.

Как показано на рисунке, *головной мозг* является основной частью головного мозга. Фактически, это та часть, о которой мы обычно думаем, когда имеем в виду головной мозг. Ствол головного мозга на самом деле является верхним продолжением спинного мозга в голове. Это

очень важная часть мозга, потому что через нее проходят все нервные пути, идущие от органов чувств и от мозга к мышцам. Кроме того, у него есть некоторые собственные виды деятельности, которые будут описаны чуть позже. *Мозжечок* - это подразделение головного мозга, которое играет очень важную роль, но не участвует в тех сложных нервных процессах, из которых состоят наши психические процессы. Все это происходит исключительно в головном мозге. Фактически, этот отдел мозга - единственная часть, которая обладает способностью останавливать развитие нервных расстройств; свойство памяти, которое было описано минуту назад, обнаруживается только в головном мозге. Поскольку головной мозг является вместилищем памяти и нашей ментальной жизни в целом, это одновременно самая интересная и самая важная часть всего тела, и ему было уделено очень много внимания. Много лет назад предпринимались попытки показать, что мозг подразделяется на ряд частей, каждая из которых контролирует определенные психические характеристики. Из этих попыток не вышло ничего особо важного, хотя они и породили лженауку френологию, которая широко использовалась мошенниками. Несмотря на неудачу этих ранних попыток локализовать определенную психическую активность в определенных частях мозга, недавние исследования показали, что нечто подобное существует, хотя это совсем не то, что указывают френологические карты. Однако было показано, что различные органы чувств действительно устанавливают связи с определенными частями головного мозга. Сравнивая пути, по которым передаются нервные расстройства, с железнодорожными путями, об этих местах в мозге часто говорят как о "платформах прибытия" различных органов чувств. Таким образом, исходная платформа для чувства зрения находится в задней части головного мозга, у его нижнего края; исходная платформа для чувств осязания, боли и тому подобного находится примерно в верхней части мозга.



ГОЛОВНОЙ МОЗГ С ЛЕВОЙ СТОРОНЫ

Сб, головной мозг; Сб1, мозжечок; BS, ствол головного мозга. (Из книги Мартина "Человеческое тело")

Платформа прибытия для органов слуха расположена сбоку. Расположение этих платформ прибытия было определено путем изучения последствий заболеваний головного мозга. Например, было обнаружено, что слепые люди, хотя с их глазами все в порядке, являются слепыми из-за заболевания нижней задней части головного мозга, а глухие люди, даже несмотря на то, что у них идеальный слух, являются слепыми из-за заболеваний боковых отделов головного мозга. Единственный способ объяснить эти находки - предположить, что платформы прибытия этих органов чувств расположены в тех частях тела, которые были обнаружены больными. Клетки, которые останавливают нервные нарушения, поступающие от органов чувств, и, таким образом, служат хранилищем воспоминаний об ощущениях, находятся на платформах прибытия, так что, например, когда мы вспоминаем, как что-то выглядело, нервные клетки, которые активны при этом воспоминании, находятся в нижней задней части головного мозга. Все эти платформы прибытия, взятые вместе, занимают лишь очень малую долю всего головного мозга, так что,

очевидно, ему приходится выполнять нечто большее, чем просто регистрировать эти воспоминания.

Еще одна вещь, которую мы будем искать в головном мозге, - это путь от мозга к мышцам, по которому воспоминания, хранящиеся в мозге, могут эффективно стимулировать мышцы к активности. Такой путь существует, и это один из наиболее выраженных нервных путей в организме. Он состоит из нервных клеток, которые начинаются примерно в верхней части головного мозга, немного впереди середины, и спускаются в ствол головного мозга; они пересекают его со стороны, с которой начинались, на противоположную сторону; и идут вниз по спинному мозгу, соединяясь нервными соединениями непосредственно с двигательными нервными клетками. Таким образом, нервный путь от мозга к мышцам состоит всего из двух нервных клеток. Поскольку этот путь пересекает ствол мозга с одной стороны на другую, вся правая половина тела, как сенсорная, так и моторная, соединяется с левой половиной мозга, и наоборот. Часть головного мозга, в которой начинается этот нервный путь, называется *двигательной областью* головного мозга.

Теперь мы видели, как нервные нарушения, исходящие от различных органов чувств, могут поступать в мозг и регистрироваться там в виде воспоминаний. Мы также видели, что существует нервный путь, по которому нервные расстройства, начинающиеся в двигательной области, могут передаваться мышцам и вызывать их активность. Нам осталось увидеть, как устанавливаются связи между входящими и исходящими нарушениями, или, другими словами, увидеть, как воспоминания, зарегистрированные в мозге, воздействуют на исходящие пути.

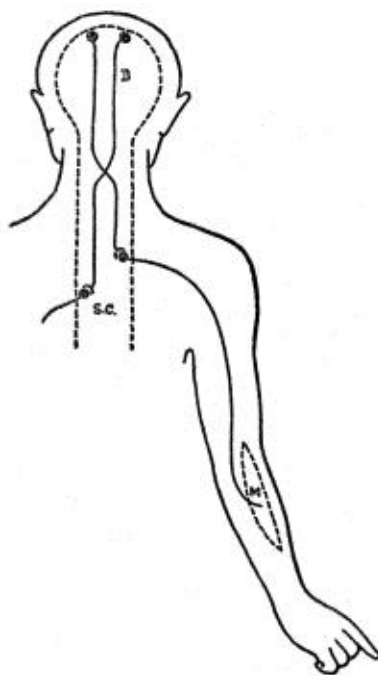


СХЕМА ДВИГАТЕЛЬНОГО ПУТИ

В, головной мозг; S. C., спинной мозг; М, мышца

Мы ожидаем обнаружить соединительные нервные клетки, идущие от различных платформ прибытия к двигательной области, и такие соединительные клетки существуют, но они не являются простыми и прямыми соединениями по причине, которую мы сейчас попытаемся прояснить. Все мы знаем по собственному опыту, что наши воспоминания никогда не являются чистой регистрацией какого-либо одного чувства. Мы имеем в виду, что вид чего-либо сам по себе

или звук чего-либо сам по себе никогда не остаются отдельным воспоминанием, но всегда обрабатываются вместе с некоторыми другими воспоминаниями от некоторых других органов чувств. Это объединение простых сенсорных воспоминаний началось в раннем детстве, задолго до того, как мы стали достаточно взрослыми, чтобы задуматься о наших ментальных процессах и увидеть, как они протекают, так что, если бы наше внимание не было привлечено к этому, мы, вероятно, не смогли бы осознать, насколько сложны наши простейшие воспоминания. Хорошим примером этого является опыт общения ребенка с голосом матери. Что касается ребенка, то голос - это воздействие на орган слуха, вызывающее нервные расстройства, которые передаются на платформу поступления слуха в мозг и регистрируются там в виде воспоминаний, но младенцу не требуется много времени, чтобы усвоить, что некоторые другие воспоминания, которые пришли к нему через другие органы чувств, относятся к этому конкретному воспоминанию и всегда сопровождают его. Например, вид матери или ощущение лица и рук матери - все это влияния, воздействующие на различные органы чувств и регистрирующиеся в мозге ребенка на разных платформах прибытия. Однако в его мозгу они сливаются в единое составное воспоминание о матери, и после того, как это слияние однажды произошло, пробуждение любой части воспоминания вызывает его целиком, так что ребенок может услышать голос матери из соседней комнаты, но воспоминание, которое возникнет в результате, будет касаться не просто голоса, а матери в целом. Это иллюстрация того, как наши чистые чувственные воспоминания сливаются в сложные воспоминания. После того как один из этих комплексов памяти однажды запущен, мы добавляем к нему что-либо в любой момент, когда на любой орган чувств воздействует что-либо, имеющее отношение к комплексу. Например, представление ребенка о матери поначалу очень простое, состоящее из нескольких чувственных впечатлений, но с течением времени и получением все новых и новых чувственных впечатлений о матери представление ребенка о ней становится все более и более сложным. Этот процесс объединения памяти называется ассоциацией или иногда ассоциацией идей. Строго говоря, это ассоциация воспоминаний, и это метод, с помощью которого осуществляется вся наша умственная деятельность. Мыслительный процесс состоит из объединения различных воспоминаний различными способами и, таким образом, создания ассоциаций различного рода. Конечно, взрослые с большим опытом могут формировать ассоциации, состоящие буквально из сотен или, возможно, тысяч отдельных воспоминаний о чувственных впечатлениях. Мы получаем чувственные впечатления сотнями каждый день, и очень многие из них, возможно, все, регистрируются как воспоминания и укладываются в соответствующие ассоциации.

Нервный механизм для осуществления различных процессов ассоциации состоит из нервных клеток головного мозга. Все они относятся к типу, известному как соединительные клетки. Следует помнить, что соединительные клетки могут иметь множество нервных переходов, ведущих к ним, а они, в свою очередь, сильно разветвлены, так что от них может отходить множество нервных переходов. Соединительные клетки мозга в этом отношении богаче, чем клетки любой другой части тела, а клетки человеческого мозга - чем мозг любого из низших животных. Мы предполагаем, что ассоциации формируются в результате прохождения нервных нарушений с платформ прибытия, где чувственные воспоминания регистрируются по различным соединительным нервным клеткам, к общему месту встречи в некоторой ячейке или в некоторой группе ячеек, где все связанные воспоминания объединяются в единый комплекс памяти. Предполагается, что большие области мозга, которые не заняты ни платформами прибытия, ни двигательными областями, являются областями, в которых происходят эти ассоциации.

Есть одна особая группа ассоциаций, которые настолько интересны, что требуют особого упоминания. Это ассоциации, связанные с языком. Мы настолько привыкли использовать язык, что, скорее всего, никогда не задумывались о нем в его реальном значении как о части нашей умственной деятельности. Мы знаем, что у нас есть два вида языка, разговорный и письменный, и что разговорный язык состоит из определенных звуков, а письменный язык - из определенных визуальных символов. Таким образом, речь идет о двух чувствах на расстоянии: зрении для

письменной речи, слухе для устной, а сам язык состоит просто из чувственных впечатлений, поступающих по тому или иному из этих сенсорных каналов. Важной особенностью языка является то, что человечество произвольно выбрало определенные звуки или определенные письменные символы для обозначения определенных вещей. Когда ребенок учится понимать сказанное, то, что он на самом деле делает, - это расставляет определенный набор произвольных чувственных впечатлений по их надлежащим местам в своих ассоциациях. Мы можем проиллюстрировать это на том же примере, который был использован минуту назад. Ребенок становится досконально знаком со своей матерью в том, что касается чувственных впечатлений, которые исходят непосредственно от нее. Со временем к сформированным таким образом ассоциациям добавляется еще одна, состоящая из звука слова "мать". Конечно, нет особой причины, по которой этот звук должен иметь именно это значение, а не какое-либо другое. Доказательством является то, что в разных языках есть разные звуки, обозначающие одно и то же. После того как этот звук однажды выбран и выучен, он становится такой же частью представления о матери, как и любая другая соответствующая ассоциация, и впоследствии, всякий раз, когда этот конкретный звук достигает уха ребенка, возникает ассоциация с матерью. Точно такие же вещи справедливы и в отношении письменного языка. Произвольно выбранные символы действуют через зрение, вызывая нервные расстройства, которые выстраиваются в определенные ассоциации, и здесь опять же нет особой разницы, что это за символ; один подойдет так же хорошо, как и другой, при условии, что несколько человек согласились использовать этот символ для обозначения одного и того же. Одна из очень полезных особенностей языка заключается в том, что мы можем использовать одно слово для обозначения сложной группы чувственных впечатлений или даже ассоциаций. Чтобы проиллюстрировать это, слово "физиология", произносимое или написанное, само по себе является просто звуком или видимым символом, но оно обозначает очень сложную группу ассоциаций в человеческом сознании. В этом отношении язык - это своего рода стенография.

Трудно переоценить важность языка для человечества. Это происходит из-за огромного расширения возможностей, которые он дает для извлечения пользы из опыта. Низшие животные способны извлекать пользу из опыта, но единственный опыт, который они могут получить, - это тот, который приходит к ним индивидуально или к другому животному, за которым они могут наблюдать. Люди, с другой стороны, могут извлечь пользу из опыта своих современников, узнавая о них из уст в уста, или могут извлечь пользу из опыта нынешнего или прошлых поколений, зафиксированного в письменной форме. Не будет преувеличением сказать, что прогресс цивилизации зависит от нашей способности извлекать пользу из опыта прошлых поколений, доведенного до нас в письменной форме. Мы продвинулись дальше, чем наши далекие предки, не потому, что на самом деле превосходим их по умственным способностям, а потому, что у нас гораздо больший опыт, чем был у них, и этот опыт полностью зависит от нашей способности пользоваться языком.

Сложная нервная деятельность, которая была описана до этого момента, является исключительно вопросом ассоциации воспоминаний, или тем, что мы называем интеллектуальными процессами. Помимо них, наша ментальная жизнь включает в себя то, что мы называем чувствами или эмоциями, и они составляют настолько большую часть нашей ментальной жизни, что мы не можем оставить рассмотрение мозга, не сказав о них ни слова. Для удобства мы можем разделить чувства на два класса: приятные и неприятные. Если мы попытаемся разобраться в их значении, то сможем понять, что приятные ощущения фундаментально связаны с одной из двух вещей: либо с состоянием, при котором обеспечивается телесное благополучие, либо с условиями, связанными с продолжением рода. Примером последнего является удовольствие, которое родители находят в заботе о детях. Неприятные чувства в основном связаны с немедленным сохранением тела от травм. Таким образом, страх и гнев - две наши самые неприятные эмоции, и обе они обычно пробуждаются только тогда, когда угрожает опасность или когда телесному благополучию каким-либо иным образом угрожают. Еще

одна неприятная эмоция, беспокойство или тревожность, интересна тем, что она применима к плохому самочувствию, которое ожидается в будущем, и хотя хорошо быть начеку от неприятностей, на самом деле эта эмоция по большей части бесполезна, потому что ожидаемое плохое самочувствие обычно не материализуется. Чувства не только участвуют в интеллектуальных процессах, составляющих нашу ментальную жизнь в целом, но они также проявляются в определенных телесных изменениях, которые настолько важны, что мы вернемся к ним более подробно в следующей главе.

Чувства, так же как и интеллектуальные процессы, состоят из нервных нарушений, проходящих через клетки мозга. Мы не знаем, находятся ли те, которые связаны с эмоциями, в разных частях мозга от тех, которые связаны с простыми ассоциациями, или нет. Существуют некоторые различия между двумя видами нервной деятельности; особенно это верно в отношении яркости соответствующих воспоминаний. Каждый интеллектуальный процесс, по-видимому, приводит к формированию некоторых ассоциаций, которых ранее не было, и память о новых ассоциациях должна быть и обычно является достаточно острой. Эмоции, с другой стороны, хотя и могут быть запомнены, не регистрируются таким образом, чтобы при каждом воспоминании о старой возникала новая эмоция. Вероятно, верно, что на какое-то время после любой сильной эмоции воспоминание о ней будет иметь тенденцию снова вызывать эмоциональное состояние, но со временем происходит притупление, так что, хотя мы можем ясно помнить повод для эмоции, чувства больше не пробуждаются активно.

ГЛАВА XII

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЫЕ НЕРВНЫЕ РЕАКЦИИ; КОНТРОЛЬ ГЛАДКИХ МЫШЦ И ЖЕЛЕЗ

В последних двух главах мы говорили об устройстве нервной системы и ее работе, проявляющейся в простых рефлекторных действиях, а также об особой активности мозга, которая составляет интеллектуальные процессы и эмоции. Прежде чем мы оставим тему нервной деятельности, следует поговорить о некоторых особых видах рефлексов, а также о некоторых дополнительных вещах, которые следует сказать о работе эмоций. Когда мы говорим об особых рефлекторных действиях, мы имеем в виду некоторые из наиболее полезных наших собственных рефлексов. Они не отличаются от простых рефлексов, описанных в главе X, за исключением того, что в них задействовано большее количество органов чувств и множество мышц, и, соответственно, они более сложны. Более того, из-за этой сложности особая часть нервной системы отвечает за их выполнение. Еще в главе VIII, под заголовком "Движение", были перечислены различные типы движений тела. Главным из них был акт передвижения, то есть средство, с помощью которого мы добираемся из одного места в другое, акт, который, конечно, имеет первостепенное значение для поддержания жизни, поскольку он связан как с добыванием пищи, так и с избеганием вреда. Передвижение осуществляется несколькими различными способами; для нас самих ходьба, бег, прыжки, плавание, езда на велосипеде - все это формы передвижения. Любое из этих действий, как указано в главе VIII, требует точного определения времени и градации сокращений огромного количества различных мышц. Как мы видели в той же главе, существуют специальные органы чувств, которые предоставляют информацию, на которой основан этот точный контроль над мышцами передвижения. Теперь мы должны рассмотреть роль, которую играет нервная система в его осуществлении. Всякий раз, когда человек начинает ходить или выполнять любой из других актов передвижения, нервные нарушения будут возникать в большом количестве со стороны органов чувств к мышцам и суставам в тех частях тела, которые активны, а также со стороны органов равновесия в ухе. Необходимо, чтобы весь объем нервных расстройств, поступающих в центральную нервную систему из этих источников, был преобразован в серию потоков расстройств, проходящих по двигательным нервам, чтобы заставить мышцы работать именно так, как они должны работать при выполнении действия. Все это рефлекторно в строгом смысле этого слова. То есть мышечное действие следует за возбуждением органов чувств с задержкой не большей, чем это необходимо для прохождения нервного расстройства. Работа по преобразованию входящего потока в подходящий исходящий выполняется частью мозга, о которой до сих пор мало что говорилось, а именно *мозжечком*. Он связан с другими частями центральной нервной системы таким образом, что к нему ведут пути от органов равновесия и от органов восприятия мышц и суставов. От него, в свою очередь, происходит огромное количество соединительных нервных клеток, аксоны которых проходят вдоль спинного мозга и образуют нервные соединения с двигательными нервными клетками; и поэтому нервные нарушения, исходящие из мозжечка, могут пробудить мышцы к активности. Мы все знаем, что ходьба или любое другое двигательное действие после того, как оно однажды освоено, успешно осуществляется без выполнения нами какой-либо интеллектуальной работы в связи с этим. Что нам действительно нужно сделать, так это начать действовать, и это делается посредством разрядки из головного мозга; либо возбуждается какой-то орган чувств и посылает в головной мозг возмущение, которое вызывает в нас ассоциацию, указывающую на необходимость куда-то идти, либо чистое воспоминание, не стимулируемое извне, имеет тот же эффект. В любом случае нервное расстройство переходит из ячейки, где находится ассоциация, в двигательную область, а оттуда вниз, чтобы начать акт ходьбы; но как только оно начинается, рефлекс закрепляется и продолжается без каких-либо дальнейших размышлений с нашей стороны, за

исключением того, что появляются какие-то дополнительные ассоциации, которые заставляют нас изменить или, возможно, прекратить действие. Возможно, что сложные мышечные действия, которые мы группируем под названием хватания, выполняются аналогичным образом. Например, акт письма - это, по сути, модифицированное хватательное движение. Когда мы пишем, мы думаем не о мышечных движениях, а о смысле того, что пишется, и, возможно, фактический контроль над мышцами в данном случае чем-то похож на тот, который, как мы знаем, существует при передвижении, хотя это ни в коем случае не точно. Конечно, для нас очень большое преимущество в том, что эти сложные действия, которые мы выполняем так постоянно, осуществляются как рефлексы без сознательных усилий с нашей стороны. Если бы нам приходилось думать о движении каждой мышцы всякий раз, когда мы начинали ходить, наш разум был бы настолько занят самим действием, что не было бы свободы ни для чего другого; но поскольку рефлекторный механизм заботится об этих мышечных движениях за нас, наш разум остается свободным заниматься другими делами одновременно с выполнением мышечных действий.

Не только простой акт ходьбы выполняется для нас без умственных усилий с нашей стороны, но и в очень значительной степени руководство с помощью зрения также становится рефлекторным. Таким образом, идя по улице, мы сходим с тротуара или поднимаемся на него на перекрестках, не особо замечая, что мы делаем. Приближение к бордюру регистрируется глазами, и вызванные таким образом сенсорные нарушения передаются в мозг и смешиваются с нарушениями, поступающими от органов мышечного восприятия и равновесия, так что движения корректируются таким образом, чтобы мы могли безопасно спускаться или подниматься. Это рефлекторное руководство с помощью глаза становится настолько совершенным, что тот, кто обычно идет определенным курсом, как человек, идущий из дома на работу, обычно проходит все расстояние, почти не обращая сознательного внимания на то, что он делает; фактически, люди, которые часто переезжают из одной местности в другую, когда они начинают возвращаться домой, если они не обращают внимания, обнаруживают, что идут в старый дом, а не в новый. Рефлекторный механизм, который привел их в их старый дом, работает настолько хорошо, что только сознательно вмешиваясь в него, они могут направить себя в новый. Всякий раз, когда разучивается акт передвижения, сначала он осуществляется за счет нервных нарушений со стороны *головного* мозга, точно так же, как и мышечные действия всех видов; но со временем, по-видимому, происходит передача контроля от *головного* мозга *cerebellum*, и когда это происходит, действие выполняется более точно. У нас есть забавная иллюстрация этого на примере людей, которые учатся ездить на велосипеде. Пока они совершают движения рукоятками и в то же время крутят педали чисто волевым усилием, они справляются с величайшими трудностями; после того, как эти действия становятся привычными, они выполняются легко и умело. Огромные усилия спортивных тренеров направлены на развитие того, что называется "формой". На самом деле это означает, что они пытаются научить спортсмена наилучшему способу выполнения желаемых движений, а затем тренировать его именно таким образом, чтобы это стало у него полностью рефлекторным. Чем полнее это будет сделано, тем лучше выступит спортсмен.

Все, что было сказано о нервной системе до сих пор, применимо к ее обязанности контролировать деятельность скелетных мышц, а именно мышц, с помощью которых тело выполняет свои основные движения. Как уже говорилось в главе VII, это не единственный вид мышц в организме. Существуют также гладкие мышцы и сердечная мышца. Существует также другой вид функционального метаболизма, помимо метаболизма мышечных движений, который контролируют нервы. Это метаболизм секреции, или производство специальных химических веществ клетками железы. В последующих разделах книги мы подробнее узнаем о том, что делают железы, но здесь мы должны сказать кое-что о том, как они контролируются с помощью нервной системы. Мы говорим о них наряду с гладкими мышцами, потому что оказывается, что в обоих случаях обнаруживаются одни и те же нервные механизмы; гладкие мышцы и железы обладают точно таким же нервным контролем. По внешнему виду нервы, ведущие от центральной

нервной системы к гладким мышцам и железам, мало чем отличаются от других нервов. Они состоят из нервных клеток, как и все другие нервные пути. Действительно, оболочки, которые окружают аксоны этих конкретных нервов, обычно содержат мало белого материала или вообще не содержат его, так что нервные стволы, состоящие из этих волокон, выглядят серыми, а не белыми, как другие нервы. Вот только почему должна быть такая разница, мы не знаем. Более важным, чем это различие во внешнем виде, является тот факт, что связь центральной нервной системы с клетками гладкой мускулатуры и железами ни в коем случае не состоит из одной нервной клетки, а всегда представляет собой цепочку из двух. В случае нервных путей к скелетным мышцам клеточное тело двигательной нервной клетки находится либо в спинном, либо в головном мозге, и ее аксон простирается оттуда непосредственно к мышечным волокнам. В случае гладких мышц и желез соединительная нервная клетка выходит на некоторое расстояние из центральной нервной системы и делает свое нервное соединение с двигательной нервной клеткой частью пути между центральной нервной системой и мышцей или железой. Эти соединительные клетки сильно разветвлены, как и все соединительные клетки; также очень сильно разветвлены двигательные клетки, которые соединяются с гладкими мышцами или железами; в результате одна нервная клетка, начинающаяся от спинного мозга, в конечном итоге соединяется с большим количеством гладкомышечных клеток или железистых клеток. Таким образом, в этих органах у нас нет такого тонкого подразделения контроля, как в скелетных мышцах, поскольку единственная скелетная двигательная клетка в спинном мозге соединяется с одним или, самое большее, с очень небольшим количеством мышечных волокон. Если мы рассмотрим, для чего используются гладкие мышцы, мы увидим, что тонко разделенный контроль не так важен, как в случае со скелетными мышцами, где движения должны быть очень точно распределены. Гладкие мышцы присутствуют в желудке, кишечнике и других органах брюшной полости, которые совершают движения. Они обнаруживаются также в стенках мелких кровеносных сосудов, где их сокращение или расслабление может изменить калибр сосудов и, таким образом, повлиять на количество крови, проходящей через них. Хорошим примером этого действия является цвет лица; когда человек бледен, это происходит потому, что мелкие кровеносные сосуды непосредственно под кожей лица сильно сужены, и через них может проходить очень мало крови; с другой стороны, при покраснении кровеносные сосуды расслаблены и проходит большое количество крови. Эти сокращения и расслабления кровеносных сосудов выполняются движениями гладких мышц. Еще одно интересное место, где есть гладкие мышцы, находится у корней волос. Всем известно, что волосы должны вставать дыбом, когда человек напуган. Большинство из нас считало это живописной фигурой речи, но на самом деле это действительно происходит. У человека настолько мало шерсти, что ее поднятие дыбом не бросается в глаза, но у разъяренной собаки или испуганной кошки мы видим это во всей красе. Если кто-то посмотрит на предплечье, когда становится так холодно, что возникает “гусиная кожа”, он отчетливо увидит, что его волосы встают дыбом. На самом деле, гусиная кожа вызвана сокращением этих гладких мышц непосредственно под кожей. У основания каждого волоса есть несколько гладкомышечных клеток, и они прикреплены таким образом, что, когда они сокращаются, волосы перетягиваются из наклонного положения в выпрямленное. Поверхность кожи действует как точка опоры, на которой совершается движение. Помимо этих мест, где находятся гладкие мышцы, некоторые из них находятся в глазу. Мышцы аккомодации, а также те, с помощью которых изменяется размер зрачка, являются гладкими мышцами. Некоторые из них также имеются в мелких бронхиальных проходах. У людей, страдающих астмой, эти гладкие мышцы сокращаются, и испытываемое затруднение дыхания является результатом частичного закрытия дыхательных путей, вызванного этим сокращением. Железы, находящиеся под контролем нервов того же типа, что и гладкие мышцы, находятся во многих местах тела; в голове у нас есть слезные и слюнные железы; в туловище есть желудочные железы, поджелудочная железа и различные другие, о которых мы услышим позже. За единственным исключением мышц аккомодации, ни среди гладких мышц, ни среди желез нет случая, когда существовала бы какая-либо возможность для тонко разделенного

контроля. Когда мышцы желудка или кишечника становятся активными, очень много волокон работают вместе. Когда волосы встают дыбом, поражается сразу очень много волосков. Покраснение или побледнение кожи также связано с большой поверхностью. То же самое верно и для секрета желез. В активной железе нет выбора нескольких клеток для выработки секрета, но большая часть железы, если не вся она, становится активной, когда бы она ни была. Преимущество построения нервных путей от спинного мозга к гладким мышцам или железам заключается в том, что однократное нервное расстройство центральной нервной системы может повлиять на многие клетки мышц или желез одновременно. С другой стороны, в случае со скелетными мышцами единственный способ активировать большое количество волокон одновременно - это посылать нервные импульсы через большое количество нервных клеток. Существует несомненная экономия в том, что контроль над гладкими мышцами и железами осуществляется с помощью сравнительно небольшого количества выделений из центральной нервной системы.

Особенность структур, о которых мы сейчас говорим, заключается в том, что у нас очень мало добровольного контроля над ними. Это резко контрастирует с полнотой нашего контроля над деятельностью наших скелетных мышц. За очень немногими исключениями, мы можем запускать, останавливать или регулировать деятельность скелетных мышц по своему усмотрению, но деятельность наших гладких мышц и желез не находится под нашим контролем таким же образом. Мы не можем заставить себя побледнеть усилием воли, равно как и не можем заставить желудок работать, когда захотим. Эта последняя неспособность является настоящим несчастьем, поскольку существует много случаев острого несварения желудка, которые возникают из-за застоя в желудке, и если бы мы могли привести желудок в действие по своему желанию, их можно было бы избежать. Поскольку у нас нет такого добровольного контроля, для нас чрезвычайно важно научиться тому, как этот контроль осуществляется на самом деле, чтобы движения, необходимые для здоровья, могли выполняться нормальным образом.

В очень большой степени гладкие мышцы и железы подвержены рефлекторному контролю; то есть нервные расстройства, поступающие от органов чувств, проходят путем соединения нервных клеток с нервными путями, ведущими к гладким мышцам или железам. Примеры такого рода контроля проявляются в побледнении кожи, когда человеку холодно, или ее покраснении, когда человеку тепло; в обильном выделении слюны во рту, которое можно получить, жуя резинку; или в выделении слез, которые появляются при попадании в переднюю часть глаза.

Вторым видом контроля гладких мышц и желез является контроль над ними с помощью эмоций. Мы уже приводили примеры этого на примере побледнения кожи, когда человек напуган, или вставания дыбом волос на хвосте у разъяренной кошки. Уже давно известно, что большинство наших эмоций, если не все из них, сопровождаются какими-то телесными изменениями; смех и плач - знакомые иллюстрации. В определенной степени, как и в этих случаях, скелетные мышцы участвуют в воздействии эмоций на организм, но их наиболее важные примеры находятся в гладких мышцах и железах. Каждое серьезное проявление эмоций сопровождается нервными нарушениями в некоторых гладких мышцах или железах. Этот факт давно известен, но его значение стало ясным только совсем недавно. Прежде чем попытаться объяснить это, необходимо сказать еще несколько слов о нервном контроле гладких мышц. Эти мышцы отличаются от скелетных мышц одной важной особенностью, которая заключается в следующем: когда скелетную мышцу заставляют сокращаться, она расслабляется, как только поток нервных расстройств прекращается. Чтобы поддерживать его в состоянии сокращения, в него должен поступать непрерывный поток через нервную систему. Это не относится к гладким мышцам. Когда гладкая мышца была вызвана сокращением, очень вероятно, что она останется сокращенной без дальнейших действий со стороны нервной системы. На самом деле, в очень многих случаях в него необходимо направить другой вид нервного возбуждения, чтобы заставить его расслабиться. Это означает, что к гладким мышцам, или, по крайней мере, к большинству из них, подходят два набора нервов: один набор, который заставляет их сокращаться, другой набор, который заставляет

их расслабляться. Оба этих набора нервов относятся к типу, описанному выше как снабжающие гладкие мышцы и железы. Хорошую иллюстрацию двойного действия можно найти в желудке. Существует один набор нервов, активность которых заставляет стенки желудка совершать взбывающие движения, которые обычно происходят во время переваривания пищи. Существует еще один набор нервов, воздействие которых на желудок заключается в прекращении всех движений в нем. Такое же двойное расположение нервов встречается во многих наших важнейших гладкомышечных органах. Минуту назад мы говорили, что каждое эмоциональное проявление сопровождается оттоком нервных расстройств к гладким мышцам или железистым структурам. Теперь мы видим, что происходящее в организме определяется тем, по какому из возможных путей протекает нервное расстройство. Человек бледнеет, когда напуган, потому что при эмоции испуга нервный разряд проходит по нервам, которые заставляют кровеносные сосуды лица сокращаться. При виде вкусной еды рот наполняется слюной, потому что вызываемые таким образом приятные эмоции приводят к активизации нервов слюнных желез. Как было сказано минуту назад, долгое время казалось, что в этих эмоциональных реакциях нет ни рифмы, ни причины. Почему, например, беспокойство должно приводить к полной остановке мышц желудка, вызывая тем самым тысячи приступов острого несварения желудка? Теперь у нас есть ключ к пониманию этих фактов, который заключается примерно в следующем: эмоции следует рассматривать как часть механизма, с помощью которого достигается телесное благополучие. Эмоции удовольствия означают, что дела развиваются благоприятно, и нервные разряды, сопровождающие эти эмоции, соответствуют хорошему самочувствию. Например, деятельность желудочно-кишечного тракта по перевариванию пищи такого рода, которая процветает, когда организм в целом благополучен. Неприятные эмоции, с другой стороны, связаны с необходимостью самосохранения. Таким образом, гнев или страх возникают при наличии чрезвычайной ситуации, требующей либо боя, либо бегства. При анализе обнаруживается, что нервные разряды, сопровождающие эти эмоции, вызывают изменения в организме, результатом которых является успешная подготовка организма к тому или иному. Лучше всего это показать, фактически перечислив некоторые из происходящих изменений в организме. Мы можем начать с макушки головы и двигаться вниз. Шерсть стоит дыбом; у людей это не имеет значения, но у многих животных вносит существенный вклад в свирепость внешнего вида. Зрачки расширены, что улучшает зрение; лицо бледное, а во рту сухо; не потому, что это важно само по себе, а потому, что они представляют собой отвлечение энергии от неважных частей тела к важным. Кровь, которая обычно течет по лицу, отводится от него в мозг и мышцы, где это действительно поможет в экстренной ситуации. Активность слюнных желез прекращается, чтобы высвободить энергию, которую они потребляли бы для использования в мозге или мышцах. Учащается сердцебиение; это, опять же, делая кровообращение более эффективным, помогает животному эффективно бороться. Деятельность желудка приостанавливается по той же причине, что и деятельность слюнных желез. То, что мы имеем, - это направление сил организма в органы, которые имеют непосредственное значение для реагирования на чрезвычайную ситуацию, а именно в нервную систему и мышцы. Другим частям тела, которые необходимы в долгосрочной перспективе, разрешается на данный момент перестать функционировать. Такое поведение организма в чрезвычайной ситуации лучше, чем что-либо другое, иллюстрирует тот факт, что наши мышцы, нервы и органы чувств составляют действительно важные части нас, а остальная часть тела просто обязана поддерживать их в хорошем состоянии. Во время чрезвычайной ситуации вся энергия направляется на поддержание максимальной эффективности этих частей нашего организма, каким бы плохим ни было воздействие на другие, менее необходимые органы; поэтому тот, кто доводит себя до приступа несварения желудка, на самом деле готовится к чрезвычайной ситуации, жертвуя менее важными делами ради более важных. Практическая трудность в этом заключается в том, что беспокойство почти всегда оказывается бесполезным либо потому, что ожидаемая чрезвычайная ситуация вообще не возникает, либо возникает так далеко в будущем, что немедленные изменения в организме, вызванные беспокойством, не

приносят пользы. Очевидно, что беспокойство - это эмоция, с которой нужно бороться. Старая поговорка о том, что нельзя переходить мост, пока он не достигнут, на самом деле имеет гораздо большее отношение к сохранению здоровья, чем большинство из нас осознает.

Мы описали контроль гладких мышц и желез с помощью рефлексов и в связи с эмоциями. Мы должны еще вкратце упомянуть о третьем способе возникновения нервных расстройств, ведущих к этим органам. В предыдущей главе мозг был описан как состоящий из трех основных частей: головного мозга, который является центром памяти и ассоциаций, а следовательно, и всех мыслительных процессов; мозжечка, который управляет рефлексом передвижения; и ствола мозга, о котором ничего не было сказано, за исключением того, что это область, через которую должны проходить все нервные нарушения на пути в мозг или из него. Ствол головного мозга выполняет свою особую функцию в связи с контролем того, что часто называют “жизненно важными процессами”. Поскольку большинство этих жизненно важных процессов связаны с работой гладких мышц или желез, они представляют для нас здесь интерес. В стволе головного мозга расположены группы нервных клеток, которым дано название “центров”. От них отходят нервные пути к различным структурам организма. Например, есть два центра, имеющих отношение к деятельности сердца, и оба они имеют нервные пути, ведущие к этому органу. Над одним из них проходят разряды, заставляющие сердце биться быстрее, над другим - разряды, замедляющие его. Существуют также центры для контроля калибра различных мелких кровеносных сосудов и, следовательно, количества крови, которая протекает через различные органы тела. Еще один центр контролирует выделение пота. Это несколько центров, которые присутствуют в стволе головного мозга. Очевидно, что воздействие на эти центры должно осуществляться непосредственно из органов чувств при рефлексорном контроле гладких мышц и желез, а также из головного мозга при их эмоциональном контроле. Третий способ воздействия на эти центры - это прямое воздействие крови, которая циркулирует через них. Конечно, каждый центр состоит из живых нервных клеток, которые разделяют со всеми другими живыми клетками потребность в достаточном питании. Это означает, что здесь и там между нервными клетками должны быть мелкие кровеносные сосуды, чтобы мог происходить обмен веществ между кровью и жидкостью, непосредственно окружающей клетки. Среди материалов, которые могут поступать из крови, есть некоторые особые химические вещества, которые обладают способностью пробуждать эти клетки к активности. Например, очень быстрое биение сердца после энергичных мышечных упражнений обусловлено, по крайней мере частично, присутствием химических веществ, которые выбрасываются в кровь из работающих мышц и которые вызывают возбуждение центра, действие которого ускоряет работу сердца. По крайней мере, в одном случае, когда речь идет о центре, контролирующем потовые железы, нервные клетки возбуждаются повышением температуры; в очень жаркий день или при интенсивных физических нагрузках температура крови начинает повышаться; это возбуждает центр, контролирующий выделение пота; нервные расстройства передаются потовым железам, и они становятся активными. Результатом их деятельности является отвод тепла от тела и, таким образом, помощь в снижении его температуры. Здесь у нас есть пример автоматического регулирующего устройства, в котором нервные клетки контролируются через кровь. За исключением этого единственного случая воздействия температуры крови, считается, что действия этого класса осуществляются исключительно с помощью химических веществ, и по этой причине мы обычно говорим о третьем методе контроля гладких мышц и желез как о химическом контроле. Таким образом, у нас есть всего три метода контроля: с помощью рефлексов, эмоций и химических веществ в крови.

Поскольку мы говорили о химическом контроле, будет уместно завершить эту главу еще одним словом о нем. В дополнение к регуляции деятельности гладких мышц и желез существует ряд других процессов организма, на которые в большей или меньшей степени влияют химические вещества, поступающие в них с кровью. Многие из этих процессов такого рода, которые невозможно контролировать с помощью нервной системы. Например, рост - это то, что происходит очень медленно и, тем не менее, явно требует какого-то контроля. Возможно, нам не

приходило в голову, что это больше, чем случайность, что наши уши практически одинакового размера, наши руки примерно одинаковой длины, наши ноги одинаковой длины, наши ступни примерно одинакового размера и так далее. И все же, если мы на мгновение остановимся, то поймем, что по мере роста ушей, казалось бы, нет особой причины, по которой они оба должны останавливаться, достигнув одинакового размера, если только не существует какого-то определенного регулирования. Это регулирование присутствует в виде химических веществ. В последние годы очень большое внимание было уделено материалам, которые обладают способностью действовать как химические регуляторы, и о них было многое выяснено, хотя есть все основания полагать, что предстоит выяснить гораздо больше. Было необходимо придумать название для веществ, которые действуют как химические регуляторы, потому что без такого названия говорить о них становится слишком громоздко. Принятое название - *гормон*, от греческого слова, означающего возбуждать или стимулировать, относящегося к способности этих веществ воздействовать на живые клетки. До сих пор мы говорили о гормонах только в связи с их способностью возбуждать те нервные клетки, с помощью которых контролируются гладкие мышцы и железы. На самом деле, их действие гораздо шире. Они обладают способностью влиять на метаболизм очень многих клеток организма. Некоторые из них, по-видимому, обладают особой функцией регулирования скорости метаболизма. О них мы поговорим подробно, когда вернемся к изучению метаболизма в следующей главе. Один из гормонов интересен в связи с отношением эмоций к деятельности гладких мышц и желез. Это секрет, вырабатываемый парой небольших желез, расположенных в брюшной полости рядом с почками. Они известны как *надпочечники*. Эти железы выделяют вещество, получившее название адреналин, которое, как было показано, является очень эффективным химическим средством, стимулирующим ряд процессов в организме. Нас здесь особенно интересует его свойство возбуждать гладкие мышцы и железы точно так же, как они возбуждаются в связи с неприятными эмоциями, такими как испуг или гнев. Например, введение небольшого количества этого адреналина в вены человека или животного приведет к учащению сердцебиения, увеличению притока крови к мозгу и мышцам за счет притока крови через кожу и органы брюшной полости, а также к возникновению других эффектов, которые были описаны выше как сопутствующие этим эмоциям. Эти факты о действии адреналина были известны в течение некоторого времени, прежде чем было осознано, что они согласуются с реакцией, с помощью которой организм подготавливает себя к эффективному функционированию во время стресса. Теперь мы научились рассматривать адреналин как “гормон экстренной помощи”, подразумевая, что это химическое вещество, которое воздействует на организм так же, как эмоции во время чрезвычайной ситуации. Мы рассматриваем это как усиление нервной деятельности, указывающее на эффективность, с которой происходит приспособление тела к стрессовым ситуациям. Надпочечники сами по себе являются железами, и на них, как и на другие железы, воздействует та часть нервной системы, которую мы только что описали. В критический момент в них вливается поток нервных разрядов; они выделяют обильный запас адреналина, который попадает в кровь и разносится кровью ко всем частям тела, выполняя свои особые функции, куда бы он ни попал. Нет никаких сомнений в том, что способности организма позаботиться о себе в трудную минуту способствует выброс адреналина. Однако в одном отношении такая схема не работает идеально. Это связано с тем, что химические вещества, которые попадают в кровь, не могут быть выведены мгновенно и, вероятно, задерживаются на более короткое или более длительное время после того, как фактическая чрезвычайная ситуация утихнет, поэтому последствия для организма сохраняются некоторое время после того, как повод для них исчез. Например, всем нам знаком тот факт, что сердце продолжает биться в течение длительного времени после внезапного потрясения. Возможно, нам не приходило в голову задаваться вопросом, что поддерживало его в таком темпе после того, как непосредственный шок прошел, но теперь мы видим, что так должно быть до тех пор, пока не будет выведен адреналин, который был выброшен в связи с шоком, что является более или менее постепенным процессом.

ГЛАВА XIII

ЖИДКОСТИ ОРГАНИЗМА

Мы научились думать о клетках, составляющих организм, как о зависящих от окружающей их жидкости для получения различных необходимых им материалов и как о месте, куда они выводят продукты своего метаболизма. Более того, мы видели, что жидкости, непосредственно омывающие клетки, должны постоянно обновляться. Обновление достигается за счет обмена между этой жидкостью и кровью, которая постоянно течет по крошечным кровеносным сосудам, которые повсюду присутствуют в организме. В своем ходе, в свою очередь, он проходит через кровеносные сосуды органов, в которых сам должен обновляться; органы пищеварения - для снабжения пищей, легкие - для получения кислорода, почки - для выведения отходов жизнедеятельности. Теперь мы должны подробнее изучить природу и действие различных жидкостей организма. Конечно, основой всех них является вода. В этой воде должно быть растворено все, что используется любой из клеток в пищу, или все, что производит любая из этих клеток. Под этим последним разделом мы имеем отходы обычного метаболизма или, в случае некоторых клеток, особые продукты функционального метаболизма. Присутствие всех этих различных материалов неизбежно сделало бы жидкость организма чрезвычайно сложной смесью. В дополнение к этим различным материалам, помимо воды, присутствуют определенные вещества, составляющие то, что мы можем назвать структурой жидкостей организма, в отличие от материалов, которые они переносят из одного места в другое. Эти конструкционные материалы включают в себя ряд солей, из которых обычная поваренная соль (хлорид натрия) является наиболее распространенной, а также наиболее знакомой. Кроме того, есть соли извести, поташа и магния; все эти соли в очень малых пропорциях. Не совсем ясно, почему жидкости организма должны содержать эти соли. Мы знаем, что если бы их не было, клетки нашего организма не могли бы жить, и все же это правда, что существует огромное количество видов живых клеток, которые прекрасно уживаются в пресной воде, в которой, возможно, вообще не растворены соли. С другой стороны, есть больше видов, живущих в океане и подверженных воздействию довольно высокой концентрации солей, составляющих океанскую воду, и есть даже некоторые виды животных, которые живут в крепком рассоле, так что, очевидно, живая протоплазма может приспосабливаться к среде, в которой концентрация соли в растворе сильно различается. Это правда, что очень немногие виды животных могут вынести внезапное превращение океанской воды в пресную или наоборот. Один из лучших способов очистить днище судна, которое загрязнилось в результате длительного плавания по морю, - это перевести его в пресноводное озеро или ручей, где скопление живых животных и растений погибнет и выпадет в осадок. Большинство видов морских животных довольно быстро погибают, если их перевести на пресную воду, или пресноводные животные, если их выпустить в океан. Есть несколько видов рыб, таких как лосось и шад, которые живут в океане, но откладывают икру в реках, и они способны переносить переход из одного вида воды в другой, не подвергаясь уничтожению. Они, конечно, совершают переход постепенно, выплывая из океана в воду, которая становится все менее и менее соленой, пока, наконец, не достигают самого потока пресной воды. Есть и другие виды живых существ, которые могут переносить гораздо более резкую смену соленой воды на пресную и обратно. В различных частях света есть большие реки, впадающие в океан и расположенные так относительно больших и невеликих городов, что пароходы совершают регулярные рейсы туда и обратно из океана в пресную воду реки и обратно, и можно обнаружить, что на днищах этих пароходов растут различные растения и водные животные, которые без вреда переносят частые переходы из соленой воды в пресную и обратно.

Процентное содержание соли в жидкостях организма всех высших животных, включая нас самих, составляет лишь примерно пятую часть от содержания в океане. Более того, жидкости

большинства видов наземных животных содержат примерно одинаковый процент растворенных солей. Естественно, было много предположений относительно того, почему этот процент соли предпочтительнее любого другого. Одна остроумная теория предполагает, что еще в начале времен, когда земля остывала ниже точки кипения воды, так что на земле могла скапливаться вода, вода во всех океанах была пресной. Это должно было быть правдой, поскольку вода должна была выпадать в виде дождя; но со временем некоторые соли в земной коре растворились бы, сделав воду соленой, и со временем океан становился бы все более и более соленым. Это все еще происходит, поскольку каждая река, впадающая в океан, несет с собой материалы, которые она растворила в подстилающем грунте во время своего прохождения от своего источника, и такой материал, когда он однажды попадает в океан, должен оставаться там до тех пор, пока океанская вода не насытится этим конкретным веществом. Согласно этой теории, было время, когда океанская вода была примерно такой же соленой, как жидкости нашего организма в настоящее время, и она также предполагает, что это было время, когда предки нынешних наземных животных выползли из океана и поселились на суше. Конечно, нет способа доказать, что это так, но это объясняет определенный процент солей в нашем организме, а также любое другое объяснение, о котором мы что-либо знаем.

В дополнение к этим различным солям жидкости нашего организма содержат в растворе умеренные количества очень сложных химических веществ, относящихся к классу белков. Факт о белках, который еще не был подчеркнут, заключается в том, что они делают жидкости, в которых они растворены, липкими или желеобразными. Прекрасным примером этого является обычный сырой яичный белок, который представляет собой раствор белка в воде и который очень ярко демонстрирует студенистый характер. Из-за белка, который находится в растворе в жидкостях организма, они также имеют желеобразный характер, хотя и в гораздо меньшей степени, чем в яичном белке, поскольку количество белка в растворе намного меньше. Как мы покажем позже, это липкое качество жидкости имеет большое значение для ее фактического использования в организме. Возможно, белок, содержащийся в жидкостях организма, служит и другим целям. Один интересный факт, который необходимо подчеркнуть, заключается в том, что он не используется в качестве топлива или строительного материала для ячеек. Белок, который поступает к ним с пищей, полностью отличается от того, о котором мы сейчас говорим, который является частью постоянной структуры жидкостей организма. О белке, который служит для питания клеток, мы поговорим позже, когда будем говорить о связи жидкостей с транспортировкой пищевых материалов.

В дополнение к солям и белкам мы также растворили огромное количество очень сложных веществ, которые можно рассматривать как постоянные или относительно постоянные составляющие жидкости, но о которых мы практически ничего не знаем с химической точки зрения. Мы уверены, что они присутствуют из-за определенных эффектов, которые они производят, но сами вещества никогда не были определены химическим анализом. Это материалы, которые связаны с устойчивостью организма к инфекционным заболеваниям, и необходимо будет сказать всего несколько слов об инфекции, чтобы прояснить их роль.

То, что мы называем инфекцией, - это вторжение в организм извне мельчайших живых организмов, будь то растения или животные, и закрепление их внутри организма, так что они растут и размножаются. Они осуществляют свой метаболизм точно так же, как и все другие живые клетки, и в результате производят различные химические продукты. В наших телах живет множество организмов, продукты метаболизма которых, по-видимому, не причиняют нам вреда, и поэтому мы год за годом служим хозяевами для этих непрощенных гостей, даже не подозревая об их существовании. Продукты жизнедеятельности других видов организмов ядовиты для нас, и когда некоторые из этих организмов размножаются внутри нас, мы обнаруживаем это, потому что мы отравлены и заболеваем. Только организмы, продукты метаболизма которых ядовиты, обычно считаются вызывающими инфекцию. В строгом смысле можно было бы сказать, что мы заражены безвредными организмами, которых так много процветает внутри нас, но в обычном

использовании этого слова мы говорим о человеке как о заражном только тогда, когда в его тело вторглись организмы, вырабатывающие яд. В случае большинства видов вредных организмов их бесконтрольное размножение в организме привело бы в конечном итоге к его разрушению. Следовательно, необходимо, чтобы у организма были какие-то средства либо для сдерживания развития организмов, либо для нейтрализации ядов, которые они вырабатывают. Тело обладает этой способностью, и механизм для нее в значительной степени состоит из веществ или структур, содержащихся в жидкостях организма. Подробная история об этом слишком сложна, чтобы рассказывать ее здесь. Мы ограничимся тем, что скажем, что когда возникает инфекция, как, например, при скарлатине, вырабатываемые организмами яды изливаются в жидкости организма в той части, где они случайно находятся, и оттуда всасываются кровью и распределяются по всему телу. Лихорадка, головная боль и другие неприятные симптомы возникают из-за этих ядов. Интересно то, что сами яды действуют на организм как химические регуляторы или гормоны, побуждая некоторые или, возможно, все клетки организма к особому виду функционального метаболизма, который приводит к производству веществ, нейтрализующих яды. Таким образом, одним из очень важных свойств живой протоплазмы является реакция на яды, образующиеся в результате метаболизма других клеток, путем выработки нейтрализующего вещества. Умирает ли человек от инфекции или выздоравливает от нее, зависит от того, способны ли клетки вырабатывать достаточное количество нейтрализующего вещества, чтобы предотвратить гибель самих себя, или же яд настолько обилен или настолько злокачествен, что клетки разрушаются, несмотря на их активность по выделению нейтрализующего вещества.

Еще одна интересная вещь во всем этом деле заключается в том, что каждый вид инфицирующего организма имеет свой собственный вид яда, который отличается от других видов, и поэтому химическое действие яда на клетки не одинаково для одной инфекции и для другой. Функциональный метаболизм клеток, в свою очередь, адаптирован к виду яда, так что выделяемый ими материал подходит для нейтрализации конкретного яда, который в первую очередь вызвал их активность, и в большинстве случаев никакого другого. Если человек выздоравливает от какой-либо инфекции, в жидкостях его организма остается избыток нейтрализующего вещества, и пока оно остается, он защищен от другой инфекции того же рода. Это состояние определяется как иммунитет. Поскольку нейтрализующие вещества различны для разных инфекций, иммунитет против одной в большинстве случаев бесполезен против другой. Человек может обладать иммунитетом против скарлатины, но с такой же вероятностью подхватить пневмонию, как и человек, который вообще никогда не болел никакой инфекцией. Из этого следует, что человек, перенесший очень много инфекций и выздоровевший от них, имеет соответственно большой ассортимент нейтрализующих веществ в жидкостях своего организма. Некоторые из них, по-видимому, сохраняются на протяжении всей жизни, другие исчезают довольно скоро.

Следующая группа постоянных компонентов, которые необходимо описать, состоит из некоторых материалов, которые, по-видимому, вообще ни при чем, пока все идет хорошо: жидкости организма, омывающие клетки, или, в случае с кровью, циркулирующие от части к части по кровеносным сосудам. Они вступают в игру только тогда, когда в результате травмы начинают вытекать жидкости, а именно в случае кровотечения, или, как это технически называется, кровоизлияния. Ясно, что если начаться какая-либо травма, достаточная для того, чтобы позволить жидкости вытекать, причин, по которым она должна перестать вытекать, если ее не предотвратить, будет не больше, чем причин, по которым вода должна перестать вытекать из открытого крана сама по себе. Поскольку, как мы знаем, мы не умираем от потери крови каждый раз, когда получаем легкий порез, но по прошествии длительного или более короткого времени кровотечение прекращается само по себе, должно быть какое-то автоматическое устройство, с помощью которого отверстие закупоривается. Все мы знакомы с тем, как это делается. Мы знаем, что в течение нескольких минут после начала кровотечения кровь имеет тенденцию сворачиваться в твердое желе, которое называется *сгустком*. Это свертывание является результатом химической

трансформации, которая происходит в крови в результате ее выхода из кровеносных сосудов и воздействия на внешнюю среду. Детали химических процессов слишком сложны, чтобы описывать их здесь; все, что нам нужно помнить, это то, что кровь в организме содержит определенные особые вещества, которые растворимы и поэтому плавают в растворе вместе с другими растворимыми веществами. Когда какой-либо кровеносный сосуд поврежден, так что кровь начинает вытекать, автоматически запускается серия химических изменений, в результате которых этот растворимый материал изменяется и становится нерастворимым, так что вместо того, чтобы оставаться растворенным в крови, он выпадает в осадок. В такой форме он называется *фибрином*. Фибрин представляет собой очень липкую, тягучую массу, которая образует губчатую сетку, растекается по повреждению и прочно прилипает к краям, закупоривая таким образом отверстие, если только прилив крови не настолько силен, что она продолжает вымывать фибрин так же быстро, как он образуется. Кровотечение из небольших ран вскоре прекратится само по себе, но если кровотечение слишком велико для этого, необходимо замедлить или остановить кровоток искусственно. Это делается путем определения местоположения крупного кровеносного сосуда, через который вытекает кровь, и надавливания на него. Чтобы сделать это успешно, нужно кое-что знать о течении кровеносных сосудов, и это будет описано в следующей главе.

Есть несколько людей, в крови которых отсутствуют некоторые химические вещества, необходимые для свертывания; технически таких людей называют “кровопускателями”. Даже незначительная травма в одном из них вызовет серьезное или даже смертельное кровотечение, если только утечка крови не будет остановлена искусственно, поскольку она не остановится сама по себе. Интересным фактом этого заболевания является то, что оно передается в семьях; другими словами, оно передается по наследству.

В дополнение ко всем этим составляющим жидкостей организма, которые *растворены* в них, в той части жидкостей, которая ограничена кровеносными сосудами, которую мы называем кровью, есть плавающие структуры трех видов; их мы должны кратко описать далее. Первыми из них являются *красные кровяные тельца*. Они придают крови красный цвет, хотя при рассмотрении по отдельности они кажутся скорее желтоватыми, чем красными. Эритроциты почти невообразимо малы. Это красные гибкие диски, посередине немного тоньше, чем по краям, диаметром около одной трехтысячной дюйма. Некоторое представление об огромном количестве этих веществ в организме можно составить, если сказать, что капля крови размером с булавочную головку содержит их четыре или пять миллионов. Красные тельца состоят из своего рода белкового каркаса, внутри которого заключено красное красящее вещество или пигмент, известный как *гемоглобин*. Именно этот пигмент придает крови ее цвет, и в некоторых отношениях он является одним из важнейших неживых веществ в организме.



СТРУКТУРА КАПЛИ КРОВИ, ВИДИМАЯ ПОД МИКРОСКОПОМ

Появляются два белых (бесцветных) тельца *а*. Остальные красные тельца слипаются, образуя руло. (Из книги Мартина “Человеческое тело”.)

Это происходит потому, что это средство, с помощью которого клетки получают достаточное количество кислорода. Как мы уже видели, каждая клетка постоянно извлекает из окружающих ее

жидкостей организма кислород, необходимый для осуществления ее метаболизма. Жидкости, в свою очередь, получают кислород из крови. Следовательно, необходимо, чтобы кровь доставляла обильные запасы. Кислород растворяется в воде, о чем свидетельствует тот факт, что рыбы и другие водные животные способны получать достаточное количество кислорода из воды, в которой они живут, для удовлетворения своих потребностей; но он недостаточно растворим, чтобы удовлетворить потребности такого активного организма, как человеческий. Следовательно, необходимо иметь специальные дополнительные средства транспортировки кислорода, помимо его простого растворения в крови. Эти дополнительные средства обеспечивает гемоглобин, который является "переносчиком кислорода" пигментом. Это означает, что гемоглобин обладает свойством химически поглощать кислород всякий раз, когда он подвергается воздействию области, где кислорода в избытке, и отдавать его снова всякий раз, когда он проходит через область, где кислорода мало. Именно таким образом кислород переносится из легких к активным тканям организма. Подробнее мы поговорим об этом в главе, специально посвященной вопросу снабжения кислородом.

Минуту назад мы говорили, что красные тельца состоят из белкового каркаса, заключающего в себе гемоглобин. Они не живые. Следовательно, они, должно быть, были произведены живыми клетками и выброшены в кровяной поток. Мы могли бы предположить, что это было сделано раз и навсегда и что сейчас в нашей крови плавают те же самые красные тельца, которые начали плавать там, когда кровь только образовалась; но, на самом деле, это не так. Происходит непрерывное разрушение красных кровяных телец, которое должно быть восполнено непрерывным производством новых. Большинство крупных костей в нашем теле имеют своего рода губчатый каркас, благодаря которому концы, где находятся суставы, становятся прочнее. В пространстве этих рамок находится разновидность костного мозга, известная как *красный костный мозг*, потому что он имеет очень обильное кровоснабжение. Именно в этом красном костном мозге происходит производство красных кровяных телец. В красном мозге есть живые клетки, которые постоянно делятся и подразделяются, образуя все больше и больше так называемых *дочерних клеток*. В настоящее время в этих дочерних клетках откладывается гемоглобин; немного позже они теряют ядро и, вероятно, остальную часть живой протоплазмы, оставляя только каркас из неживого белка с содержащимся в нем запасом гемоглобина. Это готовое красное тельце, оно отделяется от красного костного мозга и попадает в кровяной поток. Скорость производства красных кровяных телец очень высока; несомненно, миллионы из них образуются ежедневно в различных областях красного костного мозга тела. Общее количество красных кровяных телец соответственно не увеличивается, потому что они расщепляются с той же скоростью, с какой образуются. В настоящее время считается, что в *селезенке*, которая является крупным органом брюшной полости, функция которого всегда была неясной, те красные тельца, которые предназначены для разрушения, извлекаются из крови и расщепляются. Мы обычно предполагаем, что такая участь постигает тельца, которые изнашиваются и больше не являются эффективными переносчиками кислорода, но мы не знаем, на самом деле, теряют ли тельца свою эффективность с течением времени, и не имеем ни малейшего представления о том, как селезенка могла выбрать из миллионов находящихся в крови именно те, которые больше не полезны.

Что селезенка делает с тельцами, так это расщепляет их, чтобы содержащиеся в них белок и гемоглобин высвобождались в кровяной поток. Мы не знаем, что происходит с белком; вероятно, он поглощается и утилизируется. Мы знаем, что гемоглобин разлагается в печени. Одним из компонентов гемоглобина, фактически составляющим, придающим ему способность переносить кислород, является элемент железо. Железо не особенно распространено в живых организмах, и мы обнаруживаем, что организм бережливо относится к нему. Когда печень разлагает гемоглобин, железо каким-то образом сохраняется, что позволяет крови переносить его обратно в красный костный мозг, где оно может быть использовано снова. Есть также некоторые части гемоглобина, которые ценны как пищевой материал; остальная часть, которая больше не пригодна для использования, выводится из организма вместе с желчью.

Помимо красных кровяных телец, кровь содержит так называемые белые или, лучше, бесцветные кровяные тельца. Они, вместо того чтобы быть мертвыми структурами, как красные кровяные тельца, являются настоящими живыми клетками, которые плавают в кровотоке или обладают способностью цепляться за стенки кровеносных сосудов и ползать по ним; в местах, где кровеносные сосуды очень тонкие, они прокладывают себе путь насквозь и таким образом попадают в промежутки между тканями. Бесцветных тельцов и близко не так много, как красных, на самом деле последних в восемьсот-девятьсот раз больше, чем первых. Большое количество исследований было посвящено бесцветным тельцам, чтобы выяснить, что именно они делают. Мы ни в коем случае не уверены, что полностью понимаем всю их деятельность, но мы точно знаем, что одна очень важная вещь, которую они делают, - это впитывать в свои собственные тела крошечные инородные частицы, которые могут присутствовать в кровотоке или в пространствах между тканями. Существует не так много видов инородных частиц, которые могут попасть в эти места. Фактически, единственный вид, который может попасть, - это крошечные клетки растений или животных, которые ответственны за заболевание. Когда эти чужеродные организмы проникают в организм, бесцветные тельца могут поглотить их в своих собственных телах и уничтожить. Таким образом предотвращается значительная инфекция. Конечно, может случиться так, что вторгшихся организмов будет настолько много, что бесцветные тельца не смогут избавиться от них всех, или сами тельца могут проявлять пониженную активность. Интересным фактом является то, что как количество бесцветных частиц в организме, так и энергия, с которой каждая бесцветная частица атакует чужеродные организмы, время от времени меняются, так что в одни моменты мы гораздо более защищены от инфекции, чем в другие. В целом мы можем сказать, что, когда тело находится в состоянии крепкого здоровья, бесцветные тельца будут эффективны. С другой стороны, когда мы истощены, эти клетки разделяют со всеми другими клетками организма это состояние низкой жизнеспособности. Это объясняет, почему люди, которые позволяют себе истощаться, с большей вероятностью становятся жертвами инфекции, чем те, кто обладает крепким здоровьем, и, конечно, подчеркивает важность образа жизни, который должен постоянно поддерживать организм в хорошем состоянии. Следует понимать, что бесцветные тельца не проявляют одинаковой эффективности против всех видов чужеродных организмов; некоторые виды болезнетворных микробов способны вызывать инфекцию в организме совершенно независимо от активности бесцветных тельцов. С другой стороны, от других видов они обеспечивают организму очень полную защиту.

Наиболее знакомым примером действия бесцветных кровяных телец является образование того, что мы все знаем как гной. Есть несколько видов организмов, которые вместо того, чтобы проникать в организм и рассеиваться по его жидкостям, закрепляются в определенных точках и путем роста и размножения накапливаются в этих местах в большом количестве. Примерами могут служить прыщи и фурункулы. В этих случаях гнообразующие организмы локализуются непосредственно под кожей и размножаются там с огромной скоростью. Они производят яд, который всасывается из того места, где они находятся, и распределяется по организму. Этот яд, по-видимому, обладает каким-то химическим притяжением к бесцветным тельцам; во всяком случае, тельца собираются отовсюду к месту, где расположены эти организмы, и поглощают столько из них, сколько могут, но при этом сами разрушаются, а гной, каким мы его знаем, представляет собой просто массу, состоящую из мертвых телец бесцветных тельцов вместе с организмами, которые они уничтожили и которые, в свою очередь, уничтожили их. При обычном прыще или фурункуле бесцветные тельца в конечном итоге побеждают в битве, и инфекция полностью побеждена. Однако иногда случается, что гнойообразующая инфекция закрепляется в каком-то месте, где ей удастся поддерживать себя, несмотря на атаки бесцветных кровяных телец. Это очень часто происходит в миндалинах, так что у людей с инфицированными миндалинами образование гноя может продолжаться месяц за месяцем. Это также может происходить у корней зубов. Фактически, в настоящее время принято считать, что всякий раз, когда нерв зуба отмирает, инфекция рано или поздно обязательно проникает на кончик корня. Эти места, где постоянно

происходит образование гноя, известны как “гнойные карманы”. Долгое время им уделялось очень мало внимания. Люди иногда страдали от острого дистресса из-за флюса или у них были приступы боли в горле из-за инфицированного состояния миндалин, но помимо этого на гноеобразующие микроорганизмы не обращалось особого внимания, если только, как это иногда случалось, не устанавливался особенно вирулентный тип, который вызывал состояние, широко известное как заражение крови. В течение последних нескольких лет было сделано открытие, что происходит постоянное выделение яда из каждого гнойного кармана в жидкости организма, а следовательно, и в кровоток. Обычно его количество настолько невелико, что организм в целом серьезно не поражается, но время от времени, либо из-за большей выработки яда, либо из-за более низкой сопротивляемости организма, возникают серьезные побочные эффекты. Среди них можно упомянуть острый (воспалительный) ревматизм. Это не только чрезвычайно болезненное состояние, но и весьма вероятно, что оно оставит серьезные последствия, такие как, например, повреждение сердечных клапанов, которые доставят проблемы на всю оставшуюся жизнь. Открытие этих фактов вселило в нас большое уважение к гнойным очагам, поэтому мы больше не относимся к ним небрежно. За инфицированными миндалинами нужно ухаживать не только потому, что они время от времени вызывают боль в горле, но и в еще большей степени из-за яда, который они, вероятно, разносят по организму. Вероятно, не будет преувеличением сказать, что стоматологическая практика произвела революцию с тех пор, как было обнаружено значение гнойных карманов. Раньше удаление нервов для облегчения боли в зубах или для того, чтобы застраховать их от боли в будущем, было обычной практикой. Современный стоматолог, с другой стороны, убивает нервные окончания зубов с величайшей неохотой и только в качестве последнего средства, потому что он прекрасно знает, что, поступая таким образом, он открывает путь для образования гнойных очагов с чередой болезней, которые, вероятно, последуют за этим. В настоящее время методы лечения гнойных очагов у основания зубов не очень адекватны, так что приходится прибегать к удалению зуба, но есть все основания полагать, что стоматологи вскоре найдут методы, с помощью которых можно контролировать гнойные очаги, не жертвуя зубами.

Структуры третьего типа, присутствующие в кровотоке, намного меньше красных кровяных телец, но их и близко нет в таком количестве. Они называются *тромбоцитами* и представляют собой тельца дискообразной формы, состоящие в основном из белкового материала и, вероятно, хотя и не наверняка, живых клеток. Об их присутствии в крови не подозревали примерно до конца прошлого века, не столько из-за их очень маленького размера, сколько из-за того, что они очень быстро распадаются на куски после пролития крови. К тому времени, когда каплю крови можно было бы рассмотреть под микроскопом, все они уже исчезли бы. Они были обнаружены только в результате внедрения метода обработки крови, который сохранял их достаточно долго, чтобы они все еще присутствовали при рассмотрении крови под микроскопом. По-видимому, они имеют какое-то отношение к изменениям, происходящим в крови, из-за которых она сворачивается. Мы не знаем, является ли это их единственной функцией.

Теперь мы описали вещества, присутствующие в крови и других тканевых жидкостях, как довольно постоянную часть их состава. В дополнение к ним присутствуют все материалы, которые находятся на пути к клеткам или из них. К ним относятся все виды пищевых продуктов на пути от органов пищеварения к клеткам. Как мы подробно увидим позже, органы пищеварения обрабатывают пищу, которую мы едим, прежде чем передать ее в кровь, так что фактические пищевые материалы, которые транспортируются кровью, являются переваренными продуктами питания, а не самой пищей. Например, в крови, в дополнение к обычным белкам крови, которые были описаны минуту назад, можно обнаружить продукты переваривания пищевых белков на их пути к удовлетворению потребностей различных клеток организма. Там будут найдены также продукты переваривания других классов пищевых продуктов. Жидкости организма содержат также отходы клеточного метаболизма, которые выводятся из организма, и специальные продукты, такие как гормоны, которые вырабатываются определенными клетками и разносятся по кровотоку для воздействия на другие клетки. Конечно, мы понимаем, что не все материалы,

вырабатываемые клетками, попадают в кровоток. Такие материалы, как слюна, желудочный сок и т.п., поступают непосредственно из клеток, в которых они производятся, в трубки, по которым они доставляются в пищеварительный канал, где выполняют свою особую работу по перевариванию пищи.

Среди веществ, присутствующих в жидкостях организма, следует упомянуть два газа - кислород и углекислый газ. Мы должны ожидать, что кислород будет присутствовать в жидкостях организма, потому что он необходим для метаболизма клеток и может попасть к ним только с током крови. Мы видели на примере красных кровяных телец особый метод, с помощью которого транспортируется большое количество кислорода. Диоксид углерода является газообразным продуктом окисления углерода и содержится в больших количествах везде, где происходит горение, поскольку углерод является основным компонентом всего топлива, и всякий раз, когда углерод сжигается, образуется диоксид углерода. Поскольку топливные материалы, которые сжигаются в живых клетках, состоят в основном из углерода, в них также образуется углекислый газ. Они должны избавиться от него, и единственный способ, которым они могут это сделать, - это передать его в окружающие их жидкости, которые, в свою очередь, передают его в кровь. Способ, которым организм справляется с этими двумя газами, составляет особый раздел физиологии, и он будет рассмотрен в главе о дыхании.

ГЛАВА XIV

КОНВЕЙЕРНАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗМА

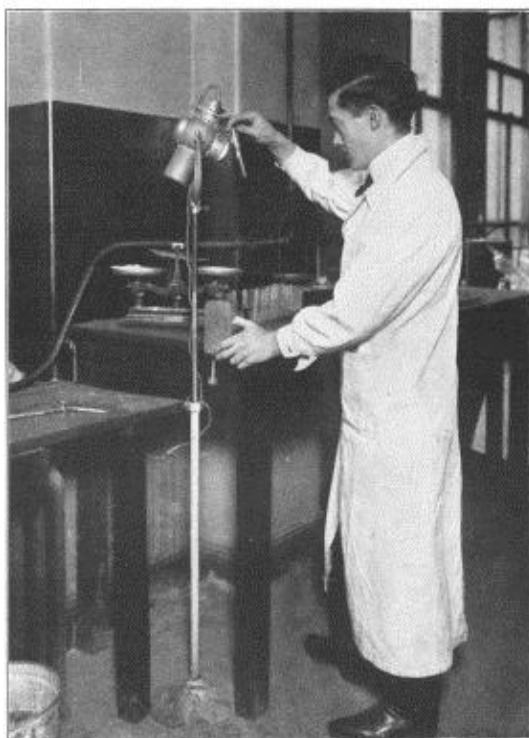
ЯВ предыдущей главе мы говорили о жидкостях организма и увидели, что их можно разделить на тканевые жидкости, которые окружают клетки, и кровь, которая заключена в систему трубочек и которая переносит вещества к тканевым жидкостям и из них. Теперь мы должны более подробно рассмотреть вопрос транспортировки материала. Первым шагом будет посмотреть, как вещества, находящиеся в крови, попадают из нее в тканевые жидкости, и как вещества, находящиеся в тканевых жидкостях, попадают из них в кровь. До тех пор, пока эти обмены не будут происходить свободно, кровь не сможет служить конвейерной системой. Чтобы понять, как осуществляется обмен веществ, нам придется сначала взглянуть на некоторые особенности конструкции системы труб, по которым течет кровь. Как мы все знаем, крупные кровеносные сосуды - это либо артерии, либо вены, причем артерии - это кровеносные сосуды, которые отводят кровь от сердца, а вены - сосуды, которые несут кровь к сердцу. Если мы начнем с артерии и проследим ее через все тело, мы обнаружим, что она постоянно дает ответвления, которые, в свою очередь, дают ответвления меньшего размера, пока, наконец, подразделения не станут настолько малы, что мы не сможем проследить их дальше невооруженным глазом. В те дни, когда еще не был открыт микроскоп, возникало много вопросов относительно того, чем заканчиваются эти тончайшие ветви. Сначала никто не подозревал, что существует связь между тонкими подразделениями артерий и тонкими подразделениями вен, по которым может проходить кровь.

Примерно в начале семнадцатого века Уильям Гарвей пришел к убеждению, что должны существовать тонкие сосуды, ведущие от мельчайших артерий к мельчайшим венам, и что кровь должна проходить через них. Он пришел к такому выводу, никогда не видя этих маленьких сосудов, поскольку в то время не существовало микроскопа, с помощью которого можно было бы увидеть такие крошечные структуры. До появления Харви предполагалось, что кровь убывает и течет по артериям и венам. Он показал, что кровь постоянно течет в одном направлении, покидая сердце по артериям и возвращаясь в него по венам. Таким образом, Харви был первооткрывателем кровообращения, одного из важнейших открытий в физиологии. После того, как микроскоп был усовершенствован, были сделаны крошечные трубки, соединяющие тончайшие артерии с тончайшими венами. Было обнаружено, что они очень малы в диаметре и имеют очень тонкие и ажурные стенки. Также было обнаружено, что их чрезвычайно много. Тончайшие подразделения артерий, которые можно увидеть невооруженным глазом, очень густо разбросаны по всем тканям тела, снабжаемым кровью, и они продолжают подразделяться микроскопически, так что тончайшие сосуды разбросаны все более густо по массе живого вещества. Самые тонкие из них, представляющие собой трубки, соединяющие мельчайшие артерии с мельчайшими венами, называются *капиллярами*, от латинского слова, означающего волос, что указывает на их очень маленький размер. Они расположены настолько близко друг к другу в большинстве частей тела, что было бы трудно воткнуть булавку куда угодно на любое расстояние, не задев одну или несколько из них.



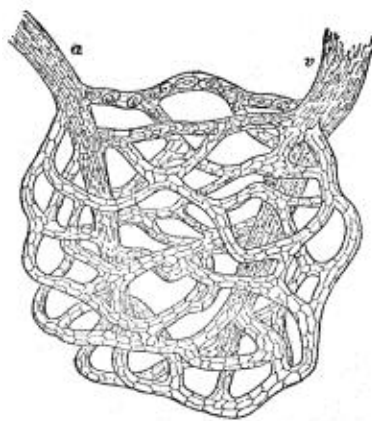
Фото, Пол томпсон

ТЕСТ НА АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ



Фото, Пол томпсон

ЧАСТЬ ПРОЦЕССА ИНДИКАНОВОГО ТЕСТА ДЛЯ АНАЛИЗА МОЧИ



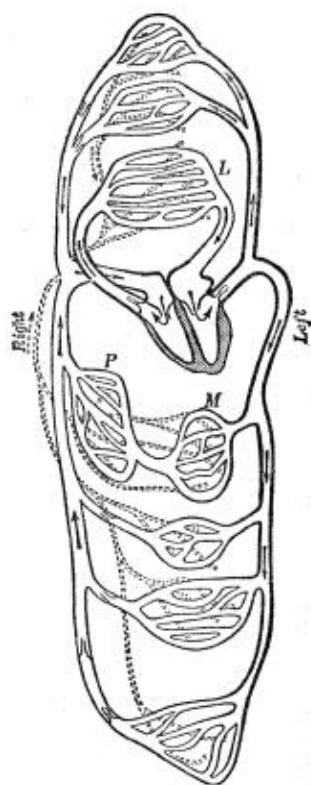
СЕТЬ КАПИЛЛЯРОВ

Артерия а и вена v (сильно увеличена). (Из “Человеческого механизма” Хью и Седжвика)

Капилляры расположены так густо, что в организме не так уж много мест, где живые клетки находятся на расстоянии более очень маленькой доли дюйма от одной из них. Однако клетки не прилегают непосредственно к капиллярам, а отделены от них крошечными промежутками, заполненными тканевой жидкостью. Таким образом, для того чтобы материал попал из крови в любую живую клетку, он должен пройти через стенку капилляра в жидкость, которая заполняет пространство ткани, а из нее, в свою очередь, в саму клетку. Стенка капилляров настолько тонкая, что если кровь, текущая по любому капилляру, содержит больше какого-либо вещества, чем присутствует в тканевой жидкости, окружающей этот капилляр, часть ее выйдет через стенку в тканевую жидкость примерно так же свободно, как если бы там вообще не было стенки. Схему можно проиллюстрировать знакомым примером; если капле чернил позволить упасть в стакан с водой, то сначала она окрасит лишь небольшую часть воды, но быстро растечется, пока каждая часть воды не станет такой же насыщенной, как и любая другая часть. Если бы стакан с водой был разделен пополам очень тонкой мембраной, и чернила капнули бы на одну сторону, они растеклись бы таким же образом, проходя при этом через мембрану, пока снова вся вода в стакане не стала бы одинаково окрашенной. Конечно, скорость, с которой чернила могли проходить через мембрану, зависела бы от того, насколько тонкой была мембрана. Мы могли бы представить себе мембраны, которые вообще не пропускали бы никаких чернил, и все степени от этого до мембран, настолько тонких, что они вообще не препятствуют прохождению чернил. Стенки капилляров относятся к настолько тонким мембранам, что, по-видимому, практически не препятствуют прохождению через них веществ. Они достаточно хорошо удерживают красные тельца и тромбоциты, так что они не выходят из крови в тканевые пространства, если только капилляры действительно не повреждены. Бесцветные тельца способны проникать через стенки капилляров, как и почти все вещества, растворенные в крови. Интересным фактом является то, что белки крови не проходят свободно через стенки капилляров, хотя продукты переваривания пищевых белков проходят. Следует помнить, что в главе о жидкостях организма говорилось о важности липкости белков крови. В настоящее время считается, что именно из-за этой студенистой природы белки крови не способны проходить через стенки капилляров, и предполагается, что это важно для правильной работы кровообращения. На самом деле существует состояние сильно сниженного жизненного тонуса, к которому применяется название “шок”, при котором белки крови просачиваются через стенки капилляров в такой степени, что мешают правильной работе организма. Было обнаружено, что это в очень значительной степени можно предотвратить простым способом введения некоторого вещества, подобного слизи, непосредственно в кровоток. Таким образом, мы должны думать о стенках капилляров как о том, что они позволяют веществам свободно проходить через них в любом направлении, из крови в тканевые пространства или из

тканевых пространств в кровь, за исключением красных кровяных телец, тромбоцитов и белков крови, и, таким образом, обеспечивают тканевые жидкости любыми материалами, содержащимися в крови, или забирают из тканевых жидкостей отходы клеточного метаболизма, которые клетки выделяют. Четко помня об этом устройстве, все, что остается для понимания конвейерной системы, - это увидеть, как кровь поддерживается в движении и распределяется между различными органами тела, а затем рассмотреть, откуда кровь, в свою очередь, получает свои запасы материалов, которые она может передавать тканевым жидкостям, или как она избавляется от веществ, которые тканевые жидкости передали ей из клеток.

В начале главы мы говорили кое-что об артериях и венах и их разветвлении на все более мелкие подразделения с последним связующим звеном между мельчайшими артериями и мельчайшими венами в форме капилляров. Теперь нам предстоит подробно рассмотреть движение крови по этим трубкам, и для этого необходимо будет еще раз поговорить об этом устройстве. При описании кровообращения мы обычно начинаем с сердца. Само сердце будет рассмотрено позже. Сначала давайте проследим кровеносные сосуды от сердца через все тело и обратно к нему. Большая магистральная артерия, отходящая от сердца, известна как *аорта*. Она берет начало с верхней стороны сердца, изгибается дугой и проходит вниз через грудную клетку в брюшную полость.



Сердце и кровеносные сосуды схематически представлено

л, легких; м, кишечника; П, печени; пунктирной линии лимфатические сосуды. (“Человеческое тело”Мартина)

От аорты отходят ветви по всей ее длине. Самые первые из них отходят до того, как аорта отходит от сердца, и являются артериями, по которым ткани самого сердца снабжаются кровью. Чуть дальше проходят крупные артерии, одна для левой руки с большой ветвью, идущей вверх по левой стороне шеи, другая для правой руки с большой ветвью, идущей вверх по правой стороне шеи. Каждый из них, в свою очередь, по всей длине дает ответвления, обеспечивающие ткани рук, шеи и головы. Стоит отметить, что артерии, идущие от шеи к голове, велики пропорционально размеру самой головы; это связано с тем, что мозг, как самый важный орган в организме,

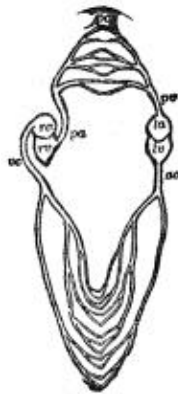
нуждается в непропорционально большом кровоснабжении и получает его. Помимо мозга, голова содержит множество мышц, а также слюнные и слезные железы, все из которых осуществляют активный обмен веществ и поэтому нуждаются в обильном кровоснабжении. Основные ответвления аорты к голове и рукам отходят от дуги; когда аорта проходит вниз через грудную клетку, она отдает небольшие ответвления к мышцам грудной стенки, а затем переходит в брюшную полость. Здесь расположены два из трех важных механизмов обновления крови, а именно органы пищеварения и органы выделения (почки). Большие ветви от аорты проходят к органам пищеварения, а другие - к почкам; более мелкие ветви ведут к мышцам брюшной стенки, а также к различным железам внутренней секреции, которые расположены в брюшной полости. В нижней части брюшной полости аорта разделяется, давая по одной большой ветви для каждой ножки. Как мы уже видели, если мы проследим за любым из этих подразделений по его все более и более тонким разветвлениям, мы, наконец, сможем с помощью микроскопа проследить его до капилляров, где происходит обмен кровью и тканевой жидкостью, и за пределами капилляров до крошечных вен, которые соединяются с другими крошечными венами, из других капилляров переходящими в более крупные вены. Они снова продолжают соединяться в главные вены, соответствующие в каждой части тела главным артериям. Все эти вены в конечном итоге объединяются в две, одну для нижней части тела, называемую *нижней полую вену*, и одну для верхней части тела, называемую *верхней полую вену*. Эти двое соединяются как раз у входа в сердце. Здесь также можно упомянуть одну особенность кровоснабжения органов пищеварения; она заключается в том, что вся кровь, текущая по капиллярам желудка и кишечника, собирается в вену, известную как *воротная вена*, которая вместо того, чтобы проходить непосредственно в нижнюю полую вену, сначала направляется в печень, где вена распадается на другой набор капилляров, печеночные капилляры, за которыми находится другая вена, ведущая в нижнюю полую вену. Результатом такого устройства является то, что вся кровь, поступающая в капилляры желудка или кишечника, должна снова пройти через капилляры печени, прежде чем попасть в основной поток кровообращения. Это важная особенность обновления пищевых запасов крови.

Теперь мы проследили путь крови от сердца через все тело обратно к сердцу и увидели, как на своем пути часть ее проходит через такие активные ткани, как мышцы, мозг или железы, так что могут происходить обмены, благодаря которым жидкости в этих активных тканях могут поглощать необходимые материалы и выделять отходы. Кроме того, часть его проходит через органы пищеварения, где могут усваиваться пищевые материалы, а другая часть поступает в почки, где от отходов можно избавиться. Это оставляет нам возможность рассматривать только прохождение крови через легкие, где должен быть восполнен запас кислорода и удален газообразный продукт жизнедеятельности, углекислый газ.

Самой насущной потребностью организма является потребность в кислороде. При обычных обстоятельствах в клетках всегда имеется некоторый избыток пищевых материалов, так что, даже если обновление окружающих их жидкостей из крови должно прекратиться, они могли бы какое-то время продолжать питаться материалом, который хранится внутри них; но такого запаса кислорода нет. Клетки в организме ведут практически беспомощное существование в том, что касается снабжения их кислородом. Они постоянно забирают кислород из окружающих их тканевых жидкостей, и эти жидкости так же постоянно забирают его из крови; поэтому любая недостаточность надлежащего снабжения крови кислородом очень быстро приводит к кислородному голоданию клеток. Это означает быстрое прекращение метаболизма, поскольку метаболизм - это окисляющее топливо, а окисление не может продолжаться без обеспечения кислородом. Эта острая потребность организма в кислороде удовлетворяется благодаря тому, что система подачи кислорода в кровь гораздо более совершенна, чем другие механизмы обновления. Минуту назад мы видели, что только часть всего кровотока проходит через органы пищеварения в любой момент времени и только часть этого потока проходит через почки. Весь поток, с другой стороны, проходит через капилляры легких. Это достигается благодаря устройству, при котором объединенные полые вены после входа в сердце сообщаются с выходным отверстием в виде

артерии, ведущей к легким. Эта артерия, которая называется *легочной артерией*, распадается в легких на капилляры, которые соединяются в *легочную вену*, которая снова возвращается к сердцу. Именно из легочной вены осуществляется соединение с аортой, благодаря чему кровь снова начинает свое движение по организму. Таким образом, мы видим, что кровь проходит через сердце дважды за каждый полный цикл, один раз, когда она поступает из организма в целом по пути к легким, и еще раз, когда она поступает из легких по пути к телу в целом.

До сих пор мы говорили о сердце как об едином органе; на самом деле это два сердца, расположенных бок о бок, и они работали бы так же хорошо, если бы находились на расстоянии, а не были встроены в один орган. Вероятно, люди в целом больше недопонимали сердце, чем любую другую часть тела. Это происходит потому, что с древнейших времен сердце рассматривалось как вместилище привязанностей, и поэтому ему приписывались силы и свойства, на которые оно вовсе не имеет права. Как мы пытались совершенно ясно показать в предыдущей главе, весь интеллект и все чувства расположены в мозге; сердце, вероятно, не может принимать в них более активного участия, чем желудок, печень, почки или любая другая часть тела, которая связана с поддержанием тканей в хорошем рабочем состоянии. Вероятно, никто на самом деле не знает, как изначально получилось, что сердце было наделено этими особыми способностями. Это правда, что во время сильных эмоций в деятельности сердца происходят изменения, которые мы можем ощутить. Это происходит потому, что сердце находится под тем же нервным контролем, что и гладкие мышцы и железы, и разделяет с ними нарушения, сопровождающие эмоции; но настоящим очагом этих эмоций является, конечно, мозг. На самом деле сердце - это не что иное, как мышечный насос, единственной функцией которого является поддержание движения крови. Из того, что уже было сказано, ясно, что сердце не может ослабить свою деятельность более чем на мгновение без катастрофических результатов; острая потребность тканей в кислороде требует, чтобы кровь продолжала двигаться. Если бы существовал какой-либо другой способ удовлетворения потребностей клеток, кроме как за счет движения крови, то без сердца можно было бы прекрасно обойтись. Мы подчеркнули это в отношении сердца, потому что гораздо легче понять его работу, если думать о нем просто как о качающем кровь органе, чем если приписывать ему мистические функции, связанные с нашими высшими эмоциями.



ДИАГРАММА, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ СООТНОШЕНИЕ ДВУХ ПОЛОВИН СЕРДЦА

ra и rv, правого предсердия и желудочка; la и lv, левого предсердия и желудочка; ao, аорта; vc, полая вена; pa, легочная артерия; ps, легочные капилляры; pv, легочная вена. (“Человеческое тело”Мартина.)

Минуту назад мы показали, что сердце на самом деле представляет собой двойной насос. Соотношение двух половин показано на диаграмме. Один из двух насосов, расположенных с правой стороны сердца, получает кровь из организма в целом и перекачивает ее в легочную артерию и через капилляры легких; насос с левой стороны сердца получает кровь из легких через легочную вену и перекачивает ее в аорту и так по всем другим капиллярам тела. Поскольку контур тела гораздо более разветвленный, чем контур легких, работа по перекачке крови соответственно больше, и мы обнаруживаем, что левая часть сердца работает гораздо более мощным насосом, чем правая. Сердце работает как *поршневой насос*, под которым мы подразумеваем, что оно попеременно наполняется и опорожняется. В этом отношении он похож на обычные насосы, за исключением роторных. Любой поршневой насос должен иметь камеру, которая будет заполняться и которую затем можно принудительно опорожнить. Для того чтобы жидкость не опорожнялась обратно через трубу, из которой она наполнялась, во впускной трубе должен быть клапан, который должен закрываться по мере опорожнения насоса. Если, как в случае с сердцем, оно опорожняется в систему, допускающую обратный отток, в выпускном трубопроводе должен быть другой клапан, предотвращающий поступление обратно вышедшей жидкости. Таким образом, каждый из сердечных насосов состоит из камеры, которая попеременно наполняется и опорожняется, и двух клапанов, одного со стороны впуска и одного со стороны выпуска. В обычных насосах принудительное опорожнение осуществляется поршнем, который перемещается по камере насоса, выталкивая жидкость перед собой, а затем должен втягиваться обратно, освобождая место для повторного заполнения камеры. В сердце принудительное опорожнение осуществляется мышечным усилием. Стенка сердца состоит из огромного количества мышечных волокон, расположенных таким образом, что при сокращении они стягивают стенки сердца вместе, уменьшая полость или даже полностью стирая ее. Сокращение этих волокон составляет то, что мы знаем как биение сердца. Частота, с которой они сокращаются, сильно различается у разных людей. Средняя скорость составляет около семидесяти двух ударов в минуту; но она может быть такой же медленной, как сорок восемь или пятьдесят, или может достигать ста сорока или ста пятидесяти ударов в минуту. Какой бы ни была скорость, в каждом случае происходит чередование сокращения и расслабления; во время расслабления полость заполняется кровью через впускной клапан, при этом выпускной клапан закрыт, так что кровь, которая однажды была откачана, не может хлынуть обратно. За счет сокращения мышц сердце опорожняется, при этом выпускной клапан открыт, а впускной закрыт, чтобы предотвратить утечку крови обратно в вены, по которым она поступала. Часть сердца, которая выполняет эту активную насосную работу,

известна как *желудочек*; та, что с правой стороны, которая получает кровь от тела и перекачивает ее в легкие, называется правым желудочком; а та, что с левой стороны, которая получает кровь из легких и перекачивает ее в тело, называется левым желудочком.

В дополнение к желудочкам, которые являются активными насосами, каждая сторона сердца имеет дополнительную камеру, известную как *ушная раковина*, назначение которой - служить резервуаром, в который может поступать кровь в течение времени, пока желудочки опорожняются. Если бы не ушные раковины, поступление крови в сердце должно было бы прекращаться с каждым ударом, потому что, пока желудочки сокращаются, впускные клапаны закрыты, и не было бы места, куда могла бы поступать кровь, но поскольку у каждой стороны есть свое ушное отверстие, приток крови продолжается во время биения желудочков, и ушные раковины наполняются. Впускной клапан, чтобы работать должным образом, должен располагаться между предсердием и желудочком, и именно здесь он и находится. Вена открывается непосредственно в ушную раковину без какого-либо клапана между ними; ушная раковина открывается в желудочек с впускным клапаном в месте соединения. Впускным клапанам дают довольно грозные названия; иногда о них говорят как о *ушно-желудочковых клапанах*; то, что находится на правой стороне сердца между правым предсердием и правым желудочком, состоит из трех мембранных створок и поэтому получило название *трехстворчатого клапана*. Впускной клапан на левой стороне сердца, состоящий всего из двух створок, известен как *митральный клапан*. Как только биение желудочков прекращается и мышца желудочка расслабляется, кровь, скопившаяся в ушных раковинах, открывает впускной клапан, и кровь начинает поступать через него непосредственно в желудочек. Как впускной, так и выпускной клапаны состоят из прочных, но тонких мембранных листов, так что для их работы требуется очень небольшое давление. Веса крови, которая скапливается в ушных раковинах во время биения желудочка, более чем достаточно, чтобы заставить клапан открыться и позволить крови течь дальше в желудочек. Сердце, бьющееся семьдесят два раза в минуту, не может занимать много времени ни на наполнение, ни на опорожнение. Фактически оба этих интервала измеряются десятками долями секунды. Если мы возьмем сердце, которое бьется в среднем семьдесят два раза в минуту, то весь один удар составит восемь десятых секунды. Биение желудочка занимает около трех десятых секунды или три восьмых всего времени; период расслабления желудочка, в течение которого он наполняется кровью через открытый впускной клапан, составляет около пяти десятых секунды или пяти восьмых всего времени. Движение крови происходит достаточно быстро, так что эти пять десятых секунды позволяют желудочку наполниться; на самом деле требуется гораздо меньше времени, чем это требуется, поскольку в сердце, которое бьется с удвоенной средней частотой, желудочек все еще наполняется кровью между ударами.

Остается сказать несколько слов о биении ушной раковины. В течение большей части периода, когда желудочек расслаблен, ушная раковина также спокойна, и кровь из вен поступает непосредственно через нее в желудочек; но за мгновение до начала сердцебиения желудочка, за одну десятую секунды, если быть точным, ушная раковина сокращается, выпуская содержащуюся в ней кровь в почти заполненный желудочек; таким образом, когда желудочек бьется, что он делает немедленно, одновременно закрывая впускной клапан, ушная раковина пуста и, таким образом, способна принять приток крови из вены в течение трех десятых секунды, в течение которых кровь поступает в желудочек. впускной клапан закрыт. Обе стороны сердца работают абсолютно слаженно, одновременно бьются два предсердия и два желудочка. Конечно, это необходимо, чтобы это было так, потому что, если бы они не шли точно в ногу друг с другом, произошло бы скопление крови либо в легких, либо в венах, ведущих от тела к сердцу, и эффективность кровообращения была бы серьезно нарушена.

Мы можем получить много информации о том, как работает наше сердце, просто приложив руку к груди прямо над сердцем или прижав ухо к груди кого-то другого и прислушиваясь к работе сердца. Врач использует стетоскоп, который представляет собой всего лишь устройство для четкого проведения звуков, издаваемых сердцем, так что нет необходимости прикладывать

ухо к грудной клетке. Когда человек таким образом слушает сердце, он обнаруживает, что при каждом ударе слышны два различных звука: первый - довольно глухой звук, который возникает как раз в начале биения желудочка, второй - резкий звук, возникающий как раз в конце биения желудочка. Как мы видели в главе IX, звук всегда является результатом вибраций, и большое количество исследований было посвящено попытке выяснить, откуда берутся вибрации, вызывающие тоны сердца. В настоящее время принято считать, что первый звук частично является результатом вибраций, возникающих в сокращающейся сердечной мышце, и частично из-за вибраций от резкого закрытия впускных клапанов. Известно, что второй звук полностью вызван внезапным закрытием выпускных клапанов. Эти звуки важны главным образом потому, что они позволяют врачу определить, плотно ли закрываются клапаны или через них происходит утечка крови. В случае утечки впускного клапана с каждым ударом сердца кровь будет поступать из желудочка в ушную раковину обратной струей. Это вызовет своего рода шипение или журчание, которое можно услышать с помощью стетоскопа в связи с первым звуком. Если утечка происходит через выпускной клапан, кровь будет поступать обратно в желудочек из аорты, пока желудочек расслабляется. Шум в этом случае раздастся сразу после второго звука. Опытный врач, сравнивая громкость шума при надавливании стетоскопа на разные точки грудной клетки и спины, может определить, находятся ли негерметичные клапаны с правой или с левой стороны. Таким образом, может быть поставлен точный диагноз несовершенных клапанов. Конечно, сердце не будет работать хорошо, если его клапаны не герметичны больше, чем у обычного насоса, так что у людей, страдающих от этой проблемы, не может быть такого же хорошего кровообращения, как у тех, у кого с клапанами ничего не случилось. Верно, что в большинстве случаев несовершенной работы клапанов происходит компенсация в виде увеличения размера и силы сердечной мышцы, так что кровообращение поддерживается, несмотря на плохую работу клапанов, за счет более интенсивной работы сердца. Очевидно, что в случае такого рода исключительные нагрузки на сердце более опасны, чем если бы сердце изначально было нормальным, поэтому лица с нарушением работы клапанов должны избегать физических нагрузок, таких как резкий бег за уличными машинами или поездами, которые обычные люди могли бы переносить безнаказанно. Поскольку неисправные клапаны являются частым результатом острого ревматизма, который, в свою очередь, возникает из-за гнойных очагов, и поскольку не известно способа вылечить дефектный клапан, после развития проблемы становится очевидным, что профилактика имеет первостепенное значение. Плохая работа сердца очень серьезно снижает физическую работоспособность.

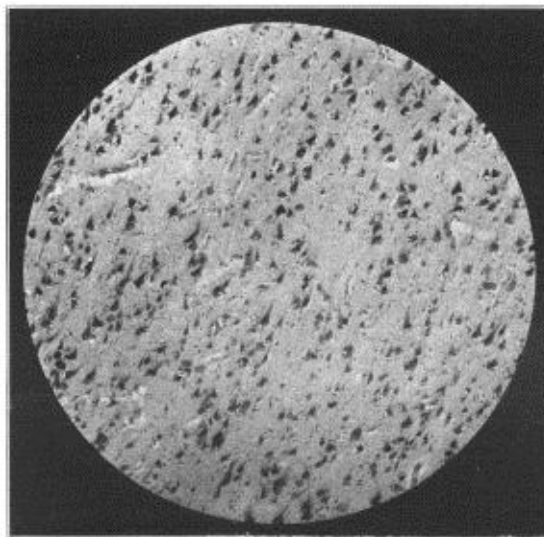
Одна из особенностей работы сердца, с которой мы все прекрасно знакомы, заключается в том, что как частота, так и сила сердцебиения сильно меняются время от времени. Когда человек лежит спокойно, сердцебиение находится на самом низком уровне. Она становится более быстрой, когда человек садится, еще более быстрой, когда он стоит, еще больше усиливается при выполнении любого вида мышечных упражнений, и при энергичных мышечных упражнениях достигает своей наибольшей быстроты и силы. Скорость в этом последнем случае может быть вдвое выше, чем в спокойном положении стоя, и, как показывает энергичный стук, сила также значительно увеличивается. Как мы видели в главе VII, сердечная мышца работает автоматически, сокращаясь и расслабляясь без стимуляции со стороны нервной системы. *Вариации* в темпе и силе, однако, являются результатом нервной деятельности. Сердечная мышца, как мы уже видели, находится под тем же нервным контролем, что и гладкие мышцы и железы. К нему проходят два набора нервов, один для замедления, другой для ускорения. Оба этих набора нервов исходят из центров в стволе мозга, и оба эти центра, по-видимому, непрерывно разряжаются. Таким образом, получается, что сердечная мышца находится под постоянным влиянием двух противоположных наборов нервов, и ее фактическая частота и энергия зависят от баланса между ними. Это приводит к тому, что сердце становится чрезвычайно чувствительным к нервным воздействиям. Малейшее расслабление со стороны нервов, функция которых заключается в том, чтобы вызывать замедление, приведет к быстрому увеличению скорости, поскольку нервы, которые имеют

тенденцию вызывать увеличение, активны все время. Различные факторы могут вызвать изменения в нервном балансе, управляющем сердцем; главными из них являются мышечная активность и эмоциональные нарушения. Практически все изменения в работе сердца, которые мы наблюдаем от момента к моменту, могут быть объяснены той или иной из этих причин. Однако следует кратко отметить два дополнительных момента; первый заключается в том, что после мышечной нагрузки сердцебиение замедляется очень постепенно, не возвращаясь к своей обычной частоте в состоянии покоя в течение получаса-часа после окончания упражнения, в зависимости от того, как долго выполнялось упражнение. Объяснение этого продолжительного учащенного ритма можно найти в большом выбросе продуктов жизнедеятельности в результате упражнения. Мы уже узнали, что функциональный метаболизм при мышечной работе включает окисление большого количества производящего энергию материала и, следовательно, приводит к образованию большого количества продуктов окисления. Их присутствие в крови служит стимулом для нервного центра в стволе головного мозга, который ускоряет сердцебиение, и это поддерживает учащенное сердцебиение до тех пор, пока эти продукты постепенно не будут выведены из организма.



МИКРОСКОП НЕОБХОДИМ, ЧТОБЫ ПОНЯТЬ СТРОЕНИЕ ТЕЛА

В этой лаборатории работники исследуют мазки крови



Фото, Медицинская школа Корнельского университета

МИКРОФОТОГРАФИЯ МОЗГОВОЙ ТКАНИ

Другой несколько похожий случай - продолжительное учащенное сердцебиение после сильной эмоции. Объяснение этого мы видели пару глав назад в "выбросе адреналина", сопровождающем эмоцию. Одним из свойств адреналина, как уже отмечалось, является учащение сердцебиения; таким образом, пока адреналин остается в кровотоке, сердцебиение будет быстрее нормального.

В вышеприведенных параграфах мы попытались прояснить, что кровь поддерживается в движении по телу благодаря работе сердца и что активность сердца меняется в соответствии с потребностями организма; при мышечных упражнениях происходит значительное ускорение обмена веществ, что означает значительно повышенную потребность как в продуктах питания, так и в кислороде. Для удовлетворения этой возросшей потребности необходимо, чтобы кровь циркулировала более обильно, и при автоматическом ускорении работы сердца через нервную систему у нас есть средства, с помощью которых это достигается. В случае сильных эмоций, как уже подчеркивалось, телесные реакции таковы, что приводят тело в наилучшее возможное состояние для реагирования на чрезвычайную ситуацию. Очевидно, что учащенное сердцебиение, обеспечивая обильные запасы кислорода и продуктов питания, способствует достижению этой цели. Замедление сердцебиения, когда человек ложится, очевидно, полезно для того, чтобы дать возможность самому сердцу восстановиться после любых нагрузок, которые, возможно, были ему причинены. Сердце - это мышца, и, как любая другая мышца, оно осуществляет свой функциональный метаболизм, что означает, что оно окисляет топливные материалы и производит отходы жизнедеятельности. Поскольку абсолютно необходимо, чтобы сердце продолжало биться регулярно из года в год в течение, возможно, восьмидесяти или ста лет, любое облегчение от физической активности, которое оно может получить, замедляясь во время сна, является очевидным преимуществом. Было подсчитано, что сердечная мышца действительно наслаждается "восьмичасовым рабочим днем", под которым подразумевается, что в среднем функциональный метаболизм сокращения происходит в сердечной мышце лишь примерно треть времени, восемь часов из каждых двадцати четырех. Во время активного бодрствования метаболизм занимает больший процент, чем этот, но во время сна его достаточно меньше, чтобы выровняться.

Сердце опорожняется в крупные артерии; левое сердце - в аорту, правое сердце - в легочную артерию. Обе эти артерии, а также их подразделения обладают высокой эластичностью. Резиновые трубки самого высокого качества не превосходят наши артерии в качестве образцов эластичных трубок. Кровь, как мы уже видели, довольно липкая, а капилляры, по которым она должна проходить в своем движении по телу, микроскопически малы. Сердце откачивает из себя

кровь со скоростью четыре-пять кварт в минуту или больше, в зависимости от того, работает ли оно умеренно или с высокой скоростью. Очевидно, что для того, чтобы протолкнуть такое количество липкой крови по крошечным капиллярам, требуется очень значительное усилие. На самом деле, сила достаточна для того, чтобы, если бы ее применили для работы фонтана, струя поднялась бы на высоту почти восьми футов. Очевидно, что нагнетание крови в эластичные артерии с такой силой и вопреки сопротивлению, оказываемому крошечными капиллярами, приводит к тому, что сами артерии не только заполняются, но и переполняются, так что их стенки сильно растягиваются. Тот факт, что наши артерии эластичны и удерживаются в растянутом состоянии благодаря давлению крови внутри них, имеет величайшее значение для правильного кровотока, а это, в свою очередь, настолько важно для нашего благополучия, что некоторые из наших самых серьезных хронических заболеваний связаны с потерей эластичности артерий.

Мы должны помнить, что раз в секунду или чаще сердце выбрасывает струю крови в крупную артерию, которая уже переполнена кровью и которая может опорожняться только через крошечные капилляры на концах своих тончайших отделов. Из-за инерции кровотока создается пространство для этой дополнительной струи крови за счет растяжения артерий вблизи сердца больше, чем они были растянуты ранее. В результате возникает неравенство в степени растяжения артерий: те, что расположены рядом с сердцем, растягиваются сильнее, чем те, что расположены дальше. Как можно быстрее это неравенство растяжения будет компенсировано распространением дополнительного напряжения по всем артериям в виде волны. Эта волна образует то, что мы знаем как пульс. Это можно почувствовать в любой артерии, которая находится достаточно близко к поверхности, чтобы на нее можно было надавить кончиками пальцев. Лучевая артерия на запястье - это та, которая обычно используется врачами для ее прощупывания. На шее есть крупная артерия, в которой также легко прощупывается пульс, и если кто-то пощупает пульс другого человека на шее одной рукой, а на запястье другой, он может легко убедиться, что пульс на шее всегда появляется на мгновение раньше, чем на запястье. Это происходит просто потому, что пульс распространяется от сердца волной, а расстояние до шеи не так велико, как до запястья. К тому времени, когда достигаются самые тонкие участки, напряжение во всей артериальной системе выравнивается, и пульса больше нет. Преимущество этого заключается в том, что кровь течет по капиллярам постоянным потоком, а не серией рывков. Это, по сути, главное, но не единственное преимущество, которое мы получаем от наличия эластичных артерий. Поскольку сердце работает как насос с перебоями, очевидно, что если бы артерии не были эластичными и поэтому не могли выдержать удар, кровь должна была бы проходить через капилляры серией толчков, точно соответствующих ударам сердца. Существует множество доказательств, к которым мы вскоре вернемся, того, что заставлять кровь двигаться по капиллярам такими рывками было бы катастрофой. Однако, прежде чем перейти к этому, мы хотим показать, что при наличии эластичных артерий фактическая работа сердца меньше, чем была бы, если бы артерии были жесткими. Причина на самом деле очень проста. Как было сказано несколькими страницами ранее, сердце на самом деле опорожняется только в течение трех восьмых каждого удара. Если бы артерии были жесткими трубками и, следовательно, не могли принимать в себя ни капли крови, то за эти три восьмых ритма через капилляры должно было бы пройти ровно столько, сколько перекачивается сердцем. Другими словами, если бы сердце перекачивало кровь со скоростью пять кварт в минуту, пять кварт должны были бы проходить через капилляры за три восьмых минуты вместо того, чтобы тратить на это целую минуту. Поскольку артерии на самом деле эластичны, они способны, растягиваясь немного больше, освободить место для части крови и таким образом распределить время ее прохождения по капиллярам на все время вместо того, чтобы ограничивать ее только периодом, когда желудочек сокращается. Очевидно, чтобы прокачать пять кварт крови по капиллярам за три восьмых минуты, потребовалось бы больше усилий, чем за целую минуту.

Мы измеряем работу сердца с помощью того, что мы называем кровяным давлением, о котором мы так много слышим в наши дни, так что было бы неплохо как можно яснее объяснить, что именно под этим подразумевается. Кровяное давление на самом деле означает давление крови

в крупных артериях. Его можно было бы измерить любым обычным манометром, если бы не тот факт, что мы не можем очень хорошо разрезать свое тело, чтобы приложить манометры к артериям. По этой причине было необходимо изобрести способ определения кровяного давления извне. Способ, которым это делается, заключается в том, чтобы наложить повязку на руку, прижимать эту повязку к руке до тех пор, пока она не перекрывает крупную артерию руки, а затем с помощью подходящего датчика определить, какое давление потребовалось. Конечно, необходимо уметь определить, когда артерия действительно была пережата, так что определение кровяного давления у людей - это работа эксперта. Кроме того, кровяное давление, как должно быть ясно из того, что уже было сказано, меняется с каждым ударом сердца. Оно достигает максимума в тот момент, когда сердце заканчивает опорожняться в артерию, и неуклонно сокращается, достигая минимума непосредственно перед следующим ударом. Чем эластичнее артерии, тем меньше будет разница между максимальным и минимальным кровяным давлением. Причина этого станет ясна, если мы подумаем, что если бы артерии были полностью жесткими, то в течение того времени, когда сердце действительно билось, должно было бы быть очень высокое давление, чтобы выталкивать кровь через капилляры, но между ударами давление упало бы до нуля. Чем эластичнее артерии, тем большее давление они оказывают на кровь внутри себя, и, следовательно, тем меньше будет разница между максимальным и минимальным давлением. Когда врач определяет кровяное давление, он действительно определяет как максимальное, так и минимальное давление, чтобы иметь возможность судить о том, являются ли артерии такими эластичными, какими они должны быть. Высокое кровяное давление само по себе может означать не более того, что сердце билось быстрее, чем следовало бы, но высокое максимальное давление и низкое минимальное давление означают неэластичность артерий. Это, в свою очередь, означает, что кровь проталкивается по капиллярам струйками, а не постоянным потоком, и мы можем судить о важности обеспечения постоянного потока по капиллярам, если вспомним хорошо известную медицинскую поговорку о том, что "человек так же стар, как и его артерии". Это реальный факт, что хронологический возраст человека не обязательно должен иметь много общего с его физическим возрастом. Если его артерии будут оставаться эластичными в течение длительного периода лет, он будет физиологически молод, в то время как если его артерии станут жесткими, он будет физиологически старым, независимо от того, насколько мало его фактических лет на земле могло быть. К сожалению, мы знаем о причинах потери эластичности артерий не так много, как хотелось бы. Однако, похоже, что различного рода потакание своим желаниям может привести к потере эластичности. Например, даже умеренное употребление алкоголя в настоящее время общепризнано медицинскими работниками как причина нарушения эластичности артерий. Вполне вероятно, что неумеренность в употреблении различных продуктов питания и лекарств также приводит к такому же состоянию.

Мы только что видели, что сердце вынуждено поддерживать высокое кровяное давление, чтобы прогонять кровь по крошечным капиллярам. Будет ясно, что фактическая величина давления будет зависеть, частично, от того, сколько крови проходит через организм за минуту, и частично от степени сопротивления, оказываемого капиллярами. Известный закон трения гласит, что чем меньше трубка, тем большее сопротивление она будет оказывать прохождению жидкости по ней, так что, если капилляры изменяются в размерах, их сопротивление току крови по ним неизбежно меняется. Стенки капилляров очень редко снабжены мышечными волокнами, но самые тонкие подразделения артерий, которые на самом деле не больше в диаметре, чем капилляры, имеют гораздо больше гладкой мускулатуры в своих стенках. Эти мышцы, как мы уже видели, могут своим сокращением или расслаблением уменьшать или расширять крошечные сосуды. У нас есть примеры этого в виде покраснения и бледности кожи. Что мы хотим сделать сейчас, так это показать, как поток крови через различные части тела контролируется изменениями в калибре этих крошечных трубочек. Мышцы на стенках сосудов обладают двойным нервным контролем, обычно присущим гладким мышцам, и оба набора нервов восходят к центрам в стволе головного мозга. Один из этих центров заставляет мышцы сокращаться, а сосуды становиться меньше;

результатом этого, конечно же, является увеличение сопротивления прохождению крови через них. Нервный центр, который вызывает это, называется *вазомоторным*, или, более правильно, *сосудосуживающим* центром. Вазоконстрикция буквально означает "вызывание сокращения сосудов", что в точности и делает этот центр. Не на все кровеносные сосуды в организме воздействуют через сосудосуживающий центр. Клетки кожи и органов брюшной полости находятся под его контролем, а вот скелетные мышцы - нет. Таким образом, результатом активности этого центра является затруднение прохождения крови через кожу и через органы брюшной полости, но на легкость прохождения крови через мышцы это не влияет. Конечно, из этого автоматически следует, что кровоток в значительной степени будет перенаправлен из первых областей во вторую. Кожа и брюшная полость вместе составляют настолько большую часть всего тела, что заметное сужение кровеносных сосудов в этих двух областях неизбежно вызывает значительное повышение кровяного давления.

Довольно высокое кровяное давление необходимо для хорошего самочувствия организма, потому что только так мозг получает достаточное питание. Чтобы понять, почему это так, нам стоит только вспомнить, что мозг расположен неблагоприятно для получения достаточного количества крови. Он находится в верхней части тела, так что необходимо преодолевать влияние силы тяжести, нагнетая к нему кровь. Кроме того, он полностью заключен в костный череп, который, в свою очередь, заполняет настолько полностью, что в нем почти нет места для размещения дополнительной крови. Во всех других частях тела повышение кровяного давления растягивает артерии и, таким образом, приводит к тому, что в них на самом деле оказывается больше крови, но в мозге нет места для растяжения артерий, так что общее количество крови в мозге не может сильно меняться время от времени. Единственный способ увеличить кровоснабжение - заставить кровь течь быстрее. Это именно то, что происходит каждый раз, когда повышается кровяное давление в организме. Всякий раз, когда сосудосуживающий центр посылает нервные импульсы в кровеносные сосуды кожи и органов брюшной полости, заставляя их сокращаться, происходит отток крови из них непосредственно в скелетные мышцы, а также повышение кровяного давления из-за увеличения сопротивления кровообращению, что заставляет кровь быстрее проходить через мозг. Таким образом, конечным результатом является улучшение кровоснабжения скелетных мышц и мозга. Кровоснабжение мозга настолько важно, что сосудосуживающий центр активно разгружается в течение всей бодрствующей части дня. Если по какой-либо причине активность этого центра снизится, произойдет усиление кровообращения в коже и в органах брюшной полости, упадет кровяное давление, уменьшится кровообращение через мозг, а вместе с этим снизится функция мозга. После того, как это пройдет, наступит определенный момент потери сознания. Это то, что происходит, когда человек теряет сознание. По той или иной причине сосудосуживающий центр становится неактивным, и только что описанная серия событий приводится в движение. Обморок обычно излечивается сам по себе автоматически, потому что при потере сознания человек падает; это опускает его голову на уровень остального тела, облегчает протекание крови по ней, и таким образом, через мгновение или два сознание будет восстановлено. Ошибочно пытаться немедленно подняться на ноги, потому что до тех пор, пока сосудосуживающий центр не восстановит свою обычную активность, поднятие головы выше уровня остального тела неизбежно приведет к тому, что в нее не будет поступать достаточное количество крови, и поэтому слабость наступит снова. Уже давно вошло в практику плескать холодной водой в лицо человеку, находящемуся в обмороке. Физиологическая ценность этого заключается во внезапной стимуляции чувствительных нервов на лице, с помощью которой запускается поток нервных разрядов, которые воздействуют на сосудодвигательный центр и снова пробуждают его к активности. Почти любая интенсивная сенсорная стимуляция может иметь тот же эффект.

Во время сна сосудосуживающий центр обычно не очень активен; причина сна до конца не выяснена, но одна из наиболее удовлетворительных теорий относительно него заключается в том, что в период бодрствования сосудосуживающий центр постепенно утомляется все больше и

больше и поэтому требует все большей стимуляции для поддержания его активности. Эта стимуляция может поступать частично по обычным каналам органов чувств, а частично из высших мозговых центров, как при поддержании бодрствования усилием воли. При отходе ко сну сенсорная стимуляция в очень значительной степени отключается, также больше нет желания бодрствовать. При этих обстоятельствах утомленный сосудосуживающий центр находится под минимальной стимуляцией и, следовательно, имеет тенденцию к снижению своей активности. В результате кровяное давление падает, и в настоящее время кровообращение в мозге опускается ниже уровня сознания, и человек засыпает. Во время периода сна утомленный центр восстанавливается, так что он становится более восприимчивым к сенсорным стимулам и со временем возбуждается такими стимулами, которые сопровождают возвращение к дневной активности, достаточной для возвращения мозга к сознанию. Конечно, будет понятно, что есть много вещей, связанных со сном, которые не находят удовлетворительного объяснения в рамках этой теории; фактически, в настоящее время никто не претендует на то, что мы можем полностью объяснить это на основе изменений кровообращения в мозге. Однако считается, что они во многом связаны с этим, и, безусловно, верно, что у здоровых людей течение сна очень точно соответствует активности сосудосуживающего центра. Чрезмерное бодрствование у лиц, не страдающих заболеваниями, почти всегда можно объяснить чрезмерной активностью со стороны этого центра. Активность может быть результатом химической стимуляции, например, когда люди не спят, выпивая кофе или крепкий чай вечером, или из-за сохранения адреналина в крови после периода сильного возбуждения. Умственная активность сама по себе имеет тенденцию поддерживать сосудосуживающий центр в напряжении, так что тот, кто позволяет своему уму активно работать в то время, когда он должен спать, очень склонен обнаружить, что сон отказывается приходить, когда этого хочется. Этот центр часто стимулируется из пищеварительного тракта; раздражение желудка, даже если оно недостаточно острое, чтобы быть распознанным как расстройство желудка, может вызвать бодрствование, вызывая нервные расстройства, которые воздействуют на сосудосуживающий центр. Метеоризм, а именно наличие большого количества газов в пищеварительном тракте, часто действует как механический источник раздражения, вызывающий бодрствование. Очевидно, что факторами, благоприятствующими здоровому сну, являются снижение утомления, предпочтительно с помощью физических упражнений, предотвращение химического раздражения или возбуждения в часы непосредственно перед отходом ко сну и, наконец, принятие диетических привычек, которые обеспечат хорошее пищеварение. Если человек, у которого сочетаются все эти меры предосторожности, все еще продолжает хронически бодрствовать, проблема достаточно глубока, чтобы обратиться за компетентной медицинской помощью.

Помимо сосудосуживающего центра, о котором мы только что говорили, в стволе головного мозга есть центр, который ослабляет напряжение мышц на стенках кровеносных сосудов. Этот центр известен как *сосудорасширяющий* центр, и он действует в противовес сосудосуживающему. В большинстве частей тела это, по-видимому, не имеет большого значения по той простой причине, что кровь находится под таким высоким давлением, что любое ослабление усилий со стороны сосудосуживающего центра немедленно приводит к принудительному открытию кровеносных сосудов. Однако есть несколько областей, в которых действие сосудорасширяющего центра имеет реальное значение; одна из них находится в скелетных мышцах. Они, как должно быть совершенно ясно к этому времени, являются очагами нашего наиболее активного функционального метаболизма. Когда мышцы активны, из крови выводится большое количество кислорода и пищи и в нее выбрасывается большое количество отходов жизнедеятельности, включая углекислый газ. Только очень быстрая циркуляция поможет справиться с этой ситуацией. В то же время скелетные мышцы являются самой компактной из наших живых тканей. Клетки расположены тесно друг к другу, образуя очень мощный мышечный аппарат, с помощью которого выполняются наши движения. Когда мышцы сокращаются, они сильно сдавливают проходящие через них кровеносные сосуды. Ввиду этой ситуации очень важно, чтобы кровеносные сосуды

были открыты как можно шире во время мышечной активности, и поэтому мы обнаруживаем, что сосудорасширяющий центр улучшает кровообращение в мышцах, пока они активны. Во время особой чрезвычайной ситуации, как мы видели минуту назад, сосудосуживающий центр в то же время сокращает приток крови к коже и органам брюшной полости, обеспечивая таким образом мышцам максимально возможное питание через кровоток.

Помимо скелетных мышц, активный функциональный метаболизм осуществляется в различных железах внутренней секреции; особенностью их активности является то, что в определенные моменты она должна быть очень высокой, а в другие - практически отсутствовать; таким образом, во время фактического приема и переваривания пищи различные железы, выделяющие пищеварительные соки, чрезвычайно активны, но в промежутках они могут выполнять мало работы или вообще не выполнять ее. Когда они функционируют, им требуется очень обильное кровоснабжение, но в промежутках между ними требуется совсем немного. Кровеносные сосуды, протекающие через все эти железы, находятся под влиянием сосудорасширяющего центра, так что они открываются как можно шире, пока железы активны. Следовательно, они получают гораздо больше крови пропорционально своему размеру, чем они получали бы, если бы не действие этого центра. Время от времени их кровоснабжение уменьшается до того, которого достаточно для неактивных тканей в целом. Во время чрезвычайной ситуации действие сосудосуживающего центра на сосуды через эти железы таково, что кровоснабжение к ним почти полностью прекращается. Это хорошо проиллюстрировано сухостью во рту испуганного человека, свидетельствующей о приостановке деятельности слюнных желез, приостановке в значительной степени, если не полностью, из-за сокращения кровоснабжения через них.

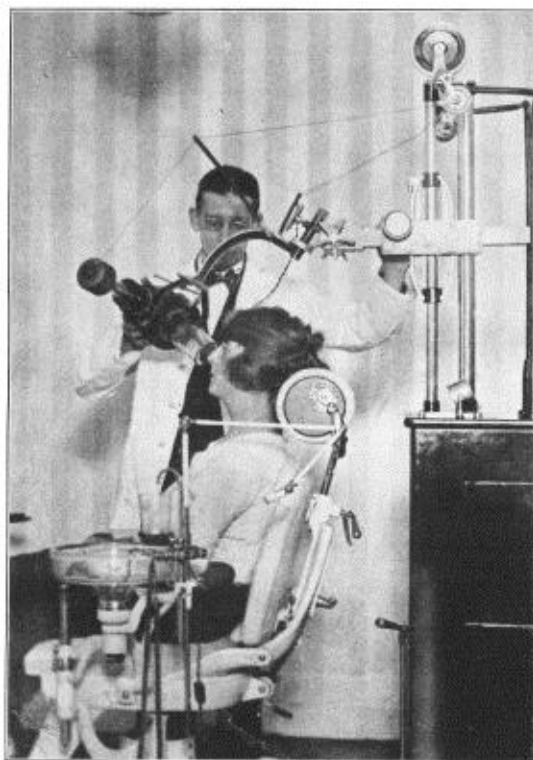
В только что завершенном разделе мы попытались дать некоторое представление о том, каким образом циркулирующая кровь обеспечивает различные ткани необходимыми им материалами и автоматически настраивается в соответствии с изменениями спроса со стороны различных тканей. Завершая описание конвейерной системы, необходимо отметить еще один момент. Тканевые жидкости, которые служат связующими звеньями между циркулирующей кровью и отдельными клетками, обязательно полны продуктов жизнедеятельности, потому что они поступают непосредственно из клеток в тканевые жидкости, а затем переходят из них в кровь. В результате клетки постоянно купаются в растворе продуктов жизнедеятельности своих собственных организмов. Есть только один способ, которым можно получить облегчение от этого состояния, и это путем удаления использованной тканевой жидкости из организма и замены ее свежей жидкостью. На самом деле, это происходит; происходит просачивание жидкости через стенки капилляров из крови в тканевые пространства; это, конечно, выталкивает жидкость, уже находящуюся в этих пространствах, вперед. Если бы не было места, куда могла бы попасть жидкость, результатом был бы отек, поскольку ткань все больше и больше наполнялась жидкостью. Обычно этого удается избежать с помощью дренажной системы, при которой тканевые жидкости выводятся с той же скоростью, с какой из крови поступает больше жидкости, но когда жидкость изливается быстрее, чем она будет стекать, как при ушибе или вывихе, мы действительно получаем отек.

Дренажная система состоит из очень тонких сосудов, известных как *лимфатические системы*, которые соединяются во все более крупные сосуды, подобно венам, и, наконец, впадают в полую вену как раз в том месте, где она впадает в сердце. Здесь нет обратного давления крови, так что движение жидкости по лимфатическим путям не затруднено. Нет насоса, заставляющего лимфу двигаться вперед; очень постепенное движение, которое является всем, что необходимо для предотвращения накопления жидкости в тканевых пространствах, вызывается давлением на лимфатические сосуды, возникающим в результате движений тела. Лимфатические сосуды похожи на вены в том смысле, что вдоль них то тут, то там расположены клапаны. Всякий раз, когда каким-либо движением тела сдавливается лимфатический сосуд или вена, клапаны гарантируют, что жидкость будет проходить по направлению к сердцу и никогда в обратном

направлении. В случае с венами это действие не является абсолютно необходимым, поскольку сердце само по себе способно поддерживать кровообращение, хотя и помогает, особенно в возвращении крови от конечностей. В лимфатических сосудах это единственный способ, с помощью которого осуществляется движение жидкости. В результате, когда тело совершенно спокойно, движение жидкости по лимфатическим сосудам очень незначительно; мышечная активность, с другой стороны, приводит к довольно активному движению по этим сосудам. Этот факт хорошо проиллюстрирован на нашем примере. Тот, кто долгое время сидит, сгорбившись, за письменным столом, обнаруживает, что чувствует себя очень уныло; чтобы получить облегчение, он ворочается, потягивается и зевает. Вялость была просто результатом застоя жидкости в его тканях, в результате чего клетки были более или менее отравлены продуктами жизнедеятельности своих собственных клеток. При активных движениях эти застоявшиеся жидкости вытесняются свежей жидкостью непосредственно из крови, и благотворный эффект ощущается немедленно. *Массаж* при правильном применении оказывает почти такой же эффект, хотя сомнительно, что при этом можно получить такие же хорошие результаты, как при интенсивных физических нагрузках.

В различных местах вдоль лимфатических путей находятся маленькие губкообразные комочки ткани, известные как *лимфатические узлы*; особое губчатое вещество, из которого они состоят, называется *аденоидной тканью*. Эта аденоидная ткань действует как фильтр для проходящей через нее жидкости. Любые инородные частицы, живые или неживые, попадающие в кровоток, задерживаются в лимфатических узлах и удерживаются там более или менее надолго. Большинство неживых частиц, попадающих в наши тканевые жидкости, образуются из пыли, которую мы вдыхаем, которая проходит через слизистую оболочку дыхательных путей и таким образом попадает в жидкости организма. Лимфатические сосуды, которые осушают легкие, уносят с собой эти частицы пыли, и они оседают в лимфатических узлах у основания шеи. У людей, которые жили в пыльных регионах или вели непыльный образ жизни, такой как добыча угля, к концу жизни лимфатические узлы становятся буквально черными от грязи.

Миндалины - это лимфатические узлы у основания языка. К сожалению, они находятся так близко к поверхности горла, что часто инфицируются из самого горла и, таким образом, становятся местами образования гнойных очагов, как уже отмечалось. С миндалинами тесно связаны образования аденоидной ткани в задней части горла, которые у детей часто вырастают до чрезмерных размеров и затем известны как аденоиды. Вред, наносимый аденоидами, в основном механический; они могут закупоривать евстахиевы трубы и, таким образом, вызывать глухоту, как уже упоминалось в главе IX, или они могут препятствовать свободному движению воздуха по носовым ходам. Дети, у которых наблюдается это заболевание, дышат ртом. Аденоиды, как и миндалины, подвержены инфекции и поэтому могут создавать проблемы, становясь местами образования яда. Аденоиды всегда представляют собой избыточный рост, и по этой причине их можно удалить без какой-либо возможности помешать нормальной работе организма. Опыт показывает, что дети, чье развитие, по-видимому, затруднено из-за наличия аденоидов, почти всегда получают пользу от их удаления. Миндалины являются нормальными частями структуры организма и как таковые, несомненно, выполняют регулярную работу, но и здесь опыт показал, что вред от постоянных гнойных очагов настолько больше, чем вред от потери функции после их удаления, что оправдывает их удаление всякий раз, когда в них образуются гнойные очаги. В области горла достаточно лимфатических узлов, так что при удалении миндалин или аденоидов любые инородные тела, попавшие в жидкости организма, все равно будут отфильтрованы.



Авторские права, Keystone View Co.

РЕНТГЕН ЗУБОВ И ЧЕЛЮСТИ. ЗДОРОВЬЕ ЧАСТО ЗАВИСИТ ОТ ИХ ХОРОШЕГО СОСТОЯНИЯ



Фото, Пол томпсон

ОБСЛЕДОВАНИЕ ГОРЛА — ВАЖНО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Необходимо упомянуть еще об одной функции лимфатических узлов; это их свойство предотвращать распространение раковых клеток. Теперь мы знаем, что так называемые вторичные раковые заболевания являются результатом распространения раковых клеток из первоначального очага рака в другие части тела, и что этому распространению сильно препятствует способность лимфатических узлов улавливать раковые клетки и удерживать их. К сожалению, рано или поздно некоторые клетки выйдут за пределы лимфатических узлов и таким образом распространят злокачественный рост по всему организму, но пока этого не произойдет, рак ограничен областью, где он начался, и именно в этот период возможно полное излечение хирургическим путем. Именно из-за неминуемой опасности выхода раковых клеток за пределы ограничивающих лимфатических узлов следует стремиться к облегчению с помощью хирургического вмешательства в самый ранний возможный момент. Задержка, будь то по неосторожности или по любой другой причине, столь же фатальна в случае рака, как и при любом другом заболевании, от которого известно лекарство.

ГЛАВА XV

СЛУЖБА СНАБЖЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВИЕМ

Для того, чтобы кровь, циркулирующая по организму, передавала клеткам организма необходимые им вещества, очевидно, что сама кровь должна иметь какой-то источник, из которого можно получать эти вещества. Наша нынешняя задача - изучить этот источник. В главе IV мы говорили о пище и ее применении; здесь нас интересует способ, которым пищевые продукты попадают в организм и подготавливаются к употреблению. Мы знаем, что материал, который мы употребляем, частично твердый, а частично жидкий, что приводит к знакомому различию между едой и питьем. Для наших нынешних целей это различие не имеет значения и проводиться не будет. Что мы действительно должны отметить, так это то, что из сложной смеси веществ, из которых состоит любое обычное блюдо, некоторые вещества готовы к немедленному поступлению в кровь и распределению по организму; другие должны пройти предварительный курс подготовки. Все пищевые добавки, насколько нам известно, попадают из органов пищеварения в кровь без изменений. С другой стороны, все или почти все продукты, содержащие энергию, должны проходить предварительную подготовку, которую мы называем перевариванием; процесс переваривания заключается в расщеплении сложных пищевых продуктов, которые употребляются в пищу, на более простые материалы, которые может использовать организм. Переваривание состоит из серии химических изменений, посредством которых крупные молекулы исходных пищевых продуктов расщепляются на более мелкие и простые молекулы. Это расщепление крупных молекул на более мелкие - очень распространенный вид химического процесса. Его особенностью является то, что при обычных обстоятельствах расщепление крупной молекулы происходит очень медленно, но при создании надлежащих условий расщепление происходит быстро. Особое условие, которое необходимо, - это наличие в растворе, где распадаются крупные молекулы, чего-то, что ускорит процесс. Существует очень много видов веществ, обладающих такой способностью ускорять молекулярное разложение; те, которые делают это при переваривании пищи, получили название *ферментов*. Мы не знаем точно, как действуют ферменты; мы просто знаем, что когда они помещаются вместе с веществом, подлежащим разложению, оно распадается на куски гораздо быстрее, чем если бы ни одного из них не было. Сами ферменты в процессе не расходуются, поэтому, если дать достаточно времени, очень небольшое количество фермента может вызвать разложение очень большого количества материала. В нашем организме весь процесс пищеварения состоит из последовательности разложения сложных веществ на более простые под ускоряющим воздействием ферментов. У нас есть несколько различных видов пищевых продуктов, подлежащих разложению, и соответствующее количество ферментов.

Процесс начинается во рту; здесь пища пережевывается и смачивается слюной перед проглатыванием; как пережевывание, так и увлажнение важны для обеспечения хорошего пищеварения в дальнейшем. Ферменты не обладают особой способностью проникать в массу пищевого материала; все, что они делают, - это атакуют его извне и действуют внутри, пока он разлагается. Поскольку действие фермента, таким образом, происходит на поверхности, очевидно, что чем больше поверхность, тем эффективнее будет действие. Пережевывание - это не что иное, как механическое измельчение пищи для получения как можно большей поверхности. У нас есть достаточные доказательства его важности при нарушениях пищеварения, которые возникают как прямое следствие неправильного пережевывания. В последние годы стало ясно, что недостаточное питание, особенно у детей, часто является результатом неспособности должным образом пережевывать пищу; более того, было обнаружено, что очень часто причиной являются плохие зубы или рот неправильной формы. По этой причине в большинстве наших крупных городов создаются стоматологические клиники с целью осмотра и, при необходимости, ухода за полостью

рта школьников. Результатом этой работы является улучшение общего среднего уровня здоровья среди детей просто за счет увеличения степени пережевывания пищи. Этот факт, наряду с тем, что описано в главе XIII относительно гнойных очагов, должен убедить как родителей, так и учителей в фундаментальной важности надлежащего ухода за зубами. Это включает в себя не только профилактику кариеса путем ежедневной тщательной чистки и проведения с интервалом не более шести месяцев стоматологических осмотров с лечением при необходимости, но и в случае детей с деформированными челюстями специальное лечение, необходимое для приведения зубов в нужное положение для эффективного жевания. Вряд ли можно придавать слишком большое значение этим мерам предосторожности.

Увлажнение пищи слюной также важно для хорошего пищеварения. На самом деле, без него даже акт глотания был бы невозможен. Можно легко доказать, что недостаточное увлажнение препятствует глотанию, съев довольно большое количество очень сухого корма, такого как крекеры. Обычная привычка людей - смачивать пищу водой, которую они пьют, вместо того, чтобы ждать, пока она как следует увлажнится слюной. Вопреки распространенному мнению, нет абсолютно никаких возражений против употребления воды во время еды. На самом деле, присутствие дополнительной жидкости в пищеварительном тракте, вероятно, скорее полезно, чем наоборот; однако есть очень серьезные возражения против использования воды для запивания наполовину пережеванной пищи. Лучший из возможных способов оценить, достаточно ли прожевана пища, - это понаблюдать, была ли она достаточно увлажнена, чтобы ее можно было легко проглотить. Если это так, есть вероятность, что пережевывание было достаточным. Между глотками можно запивать столько воды, сколько пожелаете, хотя, если пьется вода со льдом, ее следует подержать во рту до тех пор, пока не пройдет сильнейший озноб, прежде чем проглотить, чтобы она не охладила желудок. Поскольку комфорт от употребления ледяной воды заключается в охлаждении полости рта и гортани, а вовсе не в охлаждении желудка, это скорее увеличивает, чем уменьшает удовольствие, получаемое от ее стакана в жаркий день. Правильное употребление алкоголя приносит столько удовлетворения, что жаль позволять неправильным привычкам наносить вред здоровью до такой степени, что возникает необходимость, как это часто бывает, полного отказа от употребления воды во время еды.

Слюна в первую очередь предназначена для увлажнения пищи, но помимо этого она также является определенным пищеварительным соком, поскольку содержит один из пищеварительных ферментов. Этот фермент, которому дано название *птиалин*, воздействует на крахмал, превращая его в сахар, но не на тот конкретный сахар, который используется организмом. Возможно, нам следует на мгновение отвлечься и сказать, что химически существует ряд сахаров. Они во многих отношениях похожи, хотя и сильно различаются между собой. Например, некоторые из них намного слаще других; глюкоза, представляющая собой сахар, который можно получить из стеблей кукурузы и других растительных продуктов, и близко не такая сладкая, как тростниковый или свекловичный сахар, хотя по питательной ценности они полностью равны другим. Из всех существующих видов сахара только те, которые относятся к классу глюкозы, действительно могут быть использованы организмом, так что все остальные сахара должны быть преобразованы путем переваривания в глюкозоподобный сахар, прежде чем попасть в кровь. Фермент слюны превращает крахмал не в глюкозу, а в более сложный сахар, которому дано название мальтозы. Таким образом, он запускает пищеварение, но не доводит его до конца. Переваривание крахмала начинается в процессе пережевывания и смешивания пищи со слюной; оно продолжается во время проглатывания пищи и в течение короткого времени после ее попадания в желудок, рано или поздно останавливаясь там с помощью средств, которые будут описаны чуть позже. Никакого другого реального переваривания пищи во рту не происходит, хотя пережевывание и увлажнение имеют очень большое значение для подготовки пищи к последующему перевариванию.

Проглоченная пища проходит по пищеводу и попадает в желудок. Прежде чем говорить об этом, необходимо вспомнить, что было сказано в главе VII о поведении стенок желудка. Между приемами пищи они находятся в расслабленном и дряблом состоянии, при этом противоположные

стенки более или менее соприкасаются. В желудке обычно остается немного жидкости и немного проглоченного воздуха, так что на самом деле он не пустой, даже когда мы говорим об этом как о таковом. Непосредственно перед приемом пищи стенки желудка подтягиваются, так что вместо дряблого мешка у нас получается довольно напряженный трубчатый орган. Именно в это время начинаются сокращения стенки желудка, которые мы распознаем как чувство голода. Между пищеводом и желудком находится мышца-сфинктер, которая плотно закрывает отверстие и таким образом предотвращает вытеснение газа или жидкости обратно в пищевод давлением внутри желудка. Этот сфинктер открывается автоматически только в связи с актом глотания. Каждый раз, когда мы совершаем глотательное движение, по пищеводу проходит своего рода волна, и когда эта волна достигает желудка, сфинктер расслабляется, позволяя проникнуть всему, что двигалось по пищеводу. Если понаблюдать за лошадью или коровой в момент глотания, можно проследить довольно медленное продвижение этой волны вниз по шее. Что происходит, когда мы едим, так это то, что каждый проглоченный кусок проходит через сфинктер в желудок, и для него освобождается место за счет постепенного расслабления стенки желудка, так что, как мы видели в главе VII, давление желудка на его содержимое остается довольно устойчивым, несмотря на то, что все больше и больше материала поступает в желудок из пищевода. Одним из результатов такого поведения желудка является то, что первая проглоченная пища находится ближе всего к стенкам желудка, а та, что проглатывается позже, находится ближе к середине, будучи окруженной со всех сторон ранее проглоченной пищей. Это довольно важно потому что желудочный сок выделяется железами в стенке желудка и поэтому сначала вступает в контакт с пищей, которая проглочена первой, и только потом достигает пищи, которая была проглочена позже. Иногда сфинктер между желудком и пищеводом неожиданно расслабляется; говорят, что это происходит чаще у курильщиков, чем у некурящих. В результате часть резко кислого содержимого желудка вытесняется в пищевод, и необходимо энергичное глотание, чтобы протолкнуть его обратно в желудок. Ощущение жжения, которое сопровождает это, известно как изжога, хотя, как мы только что видели, на самом деле это полностью связано с пищеводом и не имеет никакого отношения к сердцу.

Хотя желудок выполняет определенную часть работы по перевариванию пищи, его основное назначение, как мы сейчас увидим, состоит в том, чтобы служить хранилищем, в которое за несколько мгновений можно поместить значительное количество пищи и, таким образом, дать нам возможность принимать пищу за три или четыре определенных приема, а не понемногу в течение дня. Когда мы встаем из-за стола после любого приема пищи, в наших желудках остается примерно треть общего запаса пищи на день, точная пропорция зависит, конечно, от наших индивидуальных привычек распределять прием пищи между тремя приемами пищи. В течение двух-четырех часов после приема пищи этот скопившийся в желудке материал будет понемногу передаваться в тонкий кишечник, который является настоящим органом пищеварения в организме. В течение этого времени в желудке произойдет некоторое дополнительное переваривание, но недостаточное для подготовки каких-либо пищевых продуктов для фактического использования тканями. Выход из желудка в тонкую кишку охраняется другим сфинктером, подобным тому, который закрывает отверстие между пищеводом и желудком.



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ

А - желудок; J, I - тонкая кишка; около CC - червеобразный отросток; AC, TC, DC - толстая кишка; R - прямая кишка.

(“Человеческое тело”Мартина)

Этот сфинктер обычно плотно закрыт, время от времени расслабляясь, чтобы пропустить немного пищи в тонкий кишечник. Однако интересно отметить, что сфинктер не выдерживает воздействия некоторых веществ; например, вода, выпитая между приемами пищи, быстро проходит из желудка в тонкий кишечник. Говорят, что сырые устрицы, сырой яичный белок и другие вещества аналогичной консистенции также немедленно проходят через сфинктер. Большинство других видов пищевых веществ не могут пройти, если сфинктер действительно не расслабится.

Вскоре после того, как пища начинает поступать в желудок, начинаются взбивающие движения. Они состоят из регулярных сокращений гладкой мускулатуры, начинающихся примерно в середине желудка в форме кольца и, таким образом, вызывающих образование глубокой впадины прямо вокруг желудка, которая затем перемещается к сфинктеру на выходе. Это, конечно, подталкивает пищу к этому концу; но если сфинктер не расслабляется, пища вместо того, чтобы вытекать, просто впрыскивается обратно через пространство, оставшееся в середине кольцеобразной конструкции, и таким образом активно взбивается. Регулярная череда этих волн проходит по этой части желудка в течение всего времени, пока происходит желудочное переваривание. Внешняя половина желудка, сторона, обращенная к пищеводу, не участвует в этом взбивающем движении. Стенки здесь остаются тихими, просто давя на еду, чтобы протолкнуть ее в ту часть, где происходит взбивание, так быстро, как только для этого освободится место. Время от времени во время этого процесса сфинктер расслабляется, и небольшая масса пищи проталкивается в тонкий кишечник; затем сфинктер снова закрывается, препятствуя прохождению большего количества пищи, пока на прежнюю массу не подействуют пищеварительные соки в кишечнике. Способ, которым управляется этот сфинктер, является одним из очень интересных фактов физиологии, но прежде чем описывать его, мы должны сказать кое-что о реальном пищеварении в желудке.

Сок, который выделяют железы в стенке желудка, называется желудочным соком. Он содержит три важных компонента, первым из которых является соляная кислота. С точки зрения химии это очень интересно, что желудочные железы должны быть способны вырабатывать минеральную кислоту, такую как соляная кислота. Однако то, что они это делают, доказывается фактами пищеварения у каждого человека. Помимо соляной кислоты, желудочный сок содержит два фермента; первый - пепсин, который начинает переваривание белковой пищи, хотя и не

доводит его до конца. Другим компонентом является фермент ренин, который свертывает молоко; это свойство, по-видимому, полезно в том смысле, что свернувшееся молоко не проходит через сфинктер в тонкий кишечник так быстро, как это было бы, если бы оно было жидким, и поэтому процессы пищеварения могут продолжаться в молоке после свертывания точно так же, как это происходит в любом другом нашем продукте. Поскольку молоко является основной, а во многих случаях и единственной пищей молодняка, конечно, очень важно, чтобы его переваривание происходило очень эффективно. Когда пища взбивается мышцами желудка, она смешивается с желудочным соком. Любое присутствующее молоко свернется, и любой белок начнет перевариваться. Пища также будет смешана с соляной кислотой. Случается, что фермент слюны птиалин не будет действовать в присутствии кислоты, так что, как только какая-либо пища в желудке вступает в контакт с соляной кислотой желудочного сока, переваривание крахмала птиалином прекращается. Поскольку желудочный сок смешивается только с той частью пищи, которая взбивается, другая часть, которая находится в той части желудка, которая направляется к пищеводу, продолжает перевариваться слюной. Итак, вопреки старой идее о том, что переваривание пищи слюной неважно, потому что во время пережевывания и глотания пищи недостаточно времени для ее эффективного прохождения, теперь мы знаем, что птиалин может очень тщательно воздействовать на последние части пищи, прежде чем действие прекратится из-за контакта этой части пищи с кислотой желудочного сока.

Сфинктер между желудком и тонким кишечником работает под действием соляной кислоты, что представляет собой удивительно хитроумное устройство для обеспечения опорожнения желудка сразу после того, как пища будет готова для прохождения в тонкий кишечник. Для того чтобы пищеварение в желудке было полноценным, необходимо, чтобы пища была тщательно перемешана с желудочным соком. Однако, как только это произошло, правильно, чтобы пища была передана остальным пищеварительным сокам. До тех пор, пока та часть пищи, которая находится рядом с выходным сфинктером, не будет тщательно перемешана с желудочным соком, избытка соляной кислоты, с помощью которой работает сфинктер, не будет, но как только смешивание будет завершено, будет избыток. Здесь мы имеем простой случай стимуляции химическим веществом; простого контакта кислоты с той частью сфинктера, которая обращена к желудку, достаточно, чтобы стимулировать расслабление гладких мышц в нем, и, конечно, как только произойдет расслабление, давление взбивающих движений на пищу вытеснит ту ее часть, которая находится ближе всего к сфинктеру, в тонкий кишечник.

Теперь мы сталкиваемся со второй частью действия, которая так же интересна, как и первая. Тонкий кишечник представляет собой довольно узкую трубку; его полость не намного превышает трех четвертей дюйма или около того в диаметре. Если бы выходной сфинктер желудка оставался расслабленным после того, как его однажды отпустили, быстрое выдавливание пищи из желудка быстро заполнило бы тонкий кишечник на расстояние нескольких футов. Случается, однако, что следующими пищеварительными соками, воздействующими на пищу, являются панкреатический сок и желчь, которые выделяются соответственно поджелудочной железой и печенью и изливаются в тонкий кишечник по протокам из этих органов всего в нескольких дюймах от выходного сфинктера желудка. Для того чтобы эти соки хорошо смешивались с пищей, важно, чтобы в тонкий кишечник за один раз поступало лишь небольшое количество пищи. В противном случае большая часть его прошла бы через отверстие этих протоков так быстро, что у него не было бы шанса смешаться с соком из них. Что на самом деле происходит, так это то, что сфинктер расслабляется под воздействием избытка соляной кислоты, а затем, как только через него проходит немного пищи, снова закрывается. Как закрытие, так и открытие происходит под действием соляной кислоты, но есть одно отличие: открытие является результатом воздействия кислоты на желудочную сторону сфинктера; когда та же кислота вступает в контакт с кишечной стороной сфинктера, ее присутствие там заставляет сфинктер сокращаться. Конечно, это означает, что всякий раз, когда какая-либо пища попадает из желудка в тонкую кишку, сфинктер стимулируется кислотой одновременно с обеих сторон, но при этом условии стимул,

заставляющий сфинктер сокращаться, более мощный, чем тот, который заставляет его расслабляться, так что всякий раз, когда кислота поступает с обеих сторон, сфинктер будет закрыт. Единственный способ, которым его можно открыть, чтобы позволить большему количеству пищи выйти наружу, - это избавиться от кислоты со стороны кишечника. Это достигается довольно быстро, поскольку и панкреатический сок, и желчь являются сильно щелочными жидкостями, так что при смешивании с пищей они стремятся нейтрализовать кислоту; в результате, конечно, к тому времени, когда эти пищеварительные соки полностью пропитают пищевую массу и, таким образом, достигнут своей цели, стимул, удерживающий сфинктер закрытым, исчезает, и остается только стимул для его открытия из-за присутствия кислоты в желудке. Как только это условие будет достигнуто, сфинктер снова откроется, через него пройдет другая масса пищи, принося с собой кислоту, которая, конечно, быстро закроет сфинктер, и так вся история повторится снова. Это действие было подробно описано, потому что это один из самых лучших имеющихся у нас примеров удивительно хитроумных механизмов, с помощью которых сложные функции организма выполняются автоматически.

Из того, что мы только что сказали, очевидно, что правильное опорожнение желудка и, следовательно, надлежащее проведение всего процесса пищеварения зависит от образования и выделения достаточного количества кислотосодержащего желудочного сока. За нарушением желудочной секреции неизбежно последует неспособность желудка самостоятельно опорожниться. Вместо того чтобы поступать в тонкий кишечник, где пищеварение завершается и продукты пищеварения поступают в кровоток для использования организмом, пищевая масса остается инертной в желудке. Через несколько часов, если не сразу, обязательно проявятся острые симптомы несварения желудка. Мы описываем не теоретическую возможность, а реальное явление, происходящее в жизни тысяч людей, иногда почти ежедневно. Несварение желудка - одна из главных причин нищеты и снижения работоспособности во всем цивилизованном мире. Говорят, что Наполеон проиграл битву при Ватерлоо из-за острого несварения желудка, которое постигло его утром решающего дня.

Существует несколько причин несварения желудка. Среди них следует упомянуть пищевое отравление; то есть непреднамеренное употребление какого-либо вещества, которое вместо того, чтобы быть пищей, оказывается активно ядовитым. Второй тип, о котором нам сейчас будет что сказать, является результатом отравления веществами, которые являются продуктами гниения содержимого кишечника. Третий тип, и тот, который нас особенно интересует в данный момент, - это тот, который возникает в результате недостаточной секреции желудочного сока должным образом. Четвертой случайной причиной несварения желудка, о которой следует упомянуть мимоходом, является перенапряжение глаз, которого можно избежать с помощью правильно подобранных очков. Пищевых отравлений сравнительно немного; большинство людей, подверженных отравлению определенными видами пищевых продуктов, быстро обнаруживают это и учатся избегать продуктов, которые их отравляют. Значительная часть расстройств желудка является прямым результатом вялости кишечника; обычно это происходит достаточно постепенно, чтобы предупредить о своем приближении. Острые приступы, которым, по-видимому, нет оправдания, почти всегда являются результатом нарушения желудочной секреции. Из-за практической важности этой темы ей было посвящено очень большое количество исследований, и ее история составляет одну из очень увлекательных глав физиологии.

Наше пространство позволяет нам касаться этого лишь очень слегка. Все начинается с середины восемнадцатого века, когда пара итальянских исследователей скармливали птицам и животным губки в перфорированных металлических капсулах, а после извлечения и отжима губок продемонстрировали, что впитанный сок растворяет мясо. Затем сцена переносится из Италии середины восемнадцатого века в нашу собственную страну в конце первой четверти девятнадцатого, когда франко-канадский парень по имени Алексис Сен-Мартин был доставлен на пограничный армейский пост на острове Макино с зияющей огнестрельной раной в боку. Жертва этого несчастного случая выздоровела, но тем временем у него в животе осталось постоянное

отверстие. Дежуривший на этом посту армейский врач по имени Уильям Бомонт, осознав уникальную возможность для изучения пищеварения, которая была в его руках, принял молодого человека на работу в свою семью и в течение многих лет изучал процесс пищеварения, происходящий в его желудке. Затем мы обратимся к России, где выдающийся физиолог, который, по последним сведениям, все еще был жив, продемонстрировал, искусственно проделав отверстие в желудке животных, подобное тому, которое было случайно сделано в случае с Сен-Мартином, что выделение желудочного сока находится под контролем нервной системы и, более того, что оно находится под контролем той части нервной системы, которая, как мы уже узнали, регулирует функционирование гладких мышц и желез. Наши нынешние знания о нервной системе не заставили бы нас ожидать ничего другого, но в то время, когда были сделаны эти открытия, гораздо меньше, чем сейчас, было известно о том, как контролируются железы, а также гладкие мышцы. Этот российский исследователь показал, что для выделения желудочного сока не обязательно, чтобы пища попадала в желудок. Удовольствия, сопровождающего взятие пищи в рот и таким образом получение ее вкуса, достаточно, чтобы вызвать нервные расстройства, которые побуждают железы желудка к активности. С другой стороны, неблагоприятные эмоции, такие как гнев, испуг или беспокойство, препятствуют проявлению этих нервных расстройств, и поэтому железы остаются неактивными. Параллельно с этим, как мы видели в главе XII, происходит полное отсутствие мышечной активности в желудке; пища не только не взбивается, но и желудочный сок не выделяется. В желудке не происходит переваривания, и пища не поступает в тонкий кишечник для переваривания там. Мы не можем ожидать ничего другого, кроме того, что возникнет несварение желудка. По-видимому, у людей с их высокой нервной организацией простой усталости может быть достаточно, чтобы воспрепятствовать проявлению нервных расстройств, от которых зависит желудочная секреция, так что человек может не беспокоиться во время приема пищи, но может быть просто переутомлен и по-прежнему не переваривать пищу. К счастью, у нас есть средства избежать этого; было показано, что мясные экстракты оказывают определенное химическое воздействие на железы желудка, непосредственно вызывая их активность. Горячий, ароматный суп в начале трапезы отлично помогает пищеварению, как потому, что он побуждает нас активно наслаждаться едой, так и из-за химического воздействия, которое он оказывает непосредственно на наши желудочные железы. Веселая беседа за столом способствует пищеварению, потому что она способствует получению удовольствия от еды. Следует избегать жарких или гневных дискуссий из-за опасности возникновения неблагоприятных эмоциональных расстройств, затрудняющих или даже останавливающих пищеварительную деятельность.

Здесь у нас есть весомый аргумент в пользу хорошей кулинарии; некоторые могут быть склонны думать, что еда есть еда и что один вид примерно такой же питательный, как и другой. Не только теоретически, но и на практике пища, привлекательная как по внешнему виду, так и по вкусу, приносит организму больше пользы, чем непривлекательная и плохо приготовленная пища. Конечно, мы должны признать, что ни одно утверждение такого рода не имеет абсолютно общего применения. Старая пословица, гласящая, что “голод - лучший соус”, остается верной. Усердные работники физического труда и активно играющие дети наслаждаются и переваривают пищу, которая безразлично привлекательна. Работникам умственного труда и людям с умеренным здоровьем больше подходит привлекательно приготовленная диета.

Теперь мы проследили, как пища попадает в тонкий кишечник, и вспомним, что до этого момента сам процесс переваривания зашел не очень далеко. Фермент слюны расщепил часть крахмала, или, возможно, весь его, до сложного сахара; фермент желудочного сока расщепил некоторые из очень сложных белков на более простые. Из конечных продуктов пищеварения ни один еще не образовался; их образование является работой тонкого кишечника. В верхний его конец, как мы уже видели, вливаются панкреатический сок и желчь из поджелудочной железы и печени соответственно. Панкреатический сок содержит три фермента; один из них идентичен ферменту слюны и завершает разложение любого крахмала, на который слюна не смогла

воздействовать; второй - это фермент, который воздействует на белки, отличающийся от пепсина желудочного сока тем, что он доводит расщепление белков до завершения; третий - это фермент, который воздействует на жиры. Жиры - самые вредные из всех пищевых продуктов с точки зрения пищеварения, потому что они нерастворимы в воде. Они не только сами по себе создают трудности, но и размазываются по другим пищевым массам и затрудняют доступ к ним пищеварительных соков. Хотя фермент для переваривания жира выделяется поджелудочной железой, его успешная работа зависит от наличия желчи из печени. Если происходит закупорка желчевыводящих путей, так что желчь не может быть излита в тонкий кишечник, переваривание жиров прекращается, а вместе с ним в значительной степени и все остальные пищеварительные процессы кишечника. Существует знакомое распространенное состояние, известное как желтуха, при котором происходит остановка желчевыводящих путей, обычно в результате воспаления. Когда человек страдает этим заболеванием, очень важно, чтобы в его рацион не включалось много жира; в противном случае, вероятно, возникнут проблемы с несварением желудка.

В дополнение к панкреатическому соку и желчи выделяется секрет, известный как кишечный сок, который выделяется маленькими железами, разбросанными по стенке тонкой кишки. Они выделяют ферменты, которые превращают различные виды сахара в особый сахар, глюкозу, который может быть использован организмом. Железы также выделяют фермент, который может способствовать завершению переваривания белка. Таким образом, существует достаточная гарантия того, что все продукты питания будут приготовлены для употребления организмом.

Следующим этапом является попадание переваренной пищи из пищеварительной полости в кровь. Этот процесс известен как всасывание. Первая часть пищеварительного тракта, из которой может происходить всасывание, - это желудок, но, как мы только что видели, процесс переваривания в желудке протекает недостаточно глубоко, чтобы пища могла попасть в кровоток. Следовательно, всасывание из желудка скорее нежелательно, чем желательно. Это интересно, потому что многие приправы, особенно острые специи и горчица, раздражают слизистую оболочку желудка таким образом, что способствуют всасыванию через нее. Раньше это рассматривалось как аргумент в пользу использования этих приправ, но теперь мы понимаем, что это скорее аргумент против них. То же самое относится и к алкоголю. Алкоголь раздражает слизистую оболочку желудка и вызывает всасывание через нее. К сожалению, для тех, кто желает привести физиологический аргумент в пользу употребления алкоголя во время еды, это скорее недостаток, чем преимущество. Важнейшей областью всасывания является тонкий кишечник, где завершается процесс пищеварения и, следовательно, может должным образом продолжаться всасывание. Что касается способа всасывания, то здесь не нужно много говорить; кишечник выстилает очень тонкая мембрана, а прямо под ней находятся очень многочисленные капилляры, по которым течет кровь; также в промежутках между капиллярами находится тканевая жидкость, которая стекает в лимфатическую систему. Продукты переваривания белков и глюкоза проходят через выстилающую оболочку кишечника и стенки капилляров непосредственно в кровоток и разносятся по нему. С другой стороны, переваренные жиры, пройдя через слизистую оболочку кишечника, попадают в тканевые жидкости вместо крови. Кстати, следует отметить, что в процессе всасывания они перестраиваются в крошечные капельки жира, так что то, что мы находим в тканевых жидкостях кишечника, является настоящими жирами, а не продуктами переваривания жира. Эти крошечные капельки жира выводятся из кишечника через лимфатическую систему. Он, как мы видели в предыдущей главе, в конечном итоге поступает по крупным лимфатическим сосудам в крупные вены непосредственно у входа в сердце, и таким образом жир в конечном итоге попадает в кровоток, но не так напрямую, как глюкоза и продукты переваривания белка.

Существует причина такого различия в обращении с жирами и другими пищевыми продуктами, которая станет ясна, если мы вспомним замечание, сделанное в предыдущей главе, о том, что вся кровь, которая течет по стенкам кишечника, собирается в воротной вене и должна снова пройти через капилляры печени, прежде чем попасть в общий кровоток. Происходит то, что

все продукты пищеварения, за исключением жиров, проходят через капилляры печени, но жир попадает в кровоток другим путем и не проходит по пути через печень; по той или иной причине организму кажется выгодным, чтобы жир не циркулировал по капиллярам печени. Как мы увидим в следующей главе, прохождение глюкозы через печень является несомненным преимуществом, и, вероятно, также есть веская причина для того, чтобы продукты переваривания белка проходили этот путь.

Перевариваемая пища перемещается по тонкому кишечнику за счет сокращений его мышечной стенки, которые распространяются медленно в виде волны, подобно тому, как волна при глотании проходит по шее коровы или лошади. Эти волны возникают не регулярно, а только время от времени; происходит то, что несколько дюймов или два-три фута тонкой кишки заполняются пищевой массой, которая некоторое время остается в этом месте, в ней происходит переваривание, и переваренная пища всасывается через стенки. Как перевариванию, так и всасыванию способствует своего рода взбивающее движение, состоящее из серии сокращений на расстоянии около дюйма друг от друга в той части кишечника, где находится пищевая масса. Эти схватки возникают и исчезают довольно регулярно, со скоростью несколько раз в минуту. Они оказывают эффект ритмичного сдавливания пищевой массы, но не отодвигают ее от места, где она лежит. После того, как это взбивание продолжается некоторое время, оно стихает, оставляя эту часть кишечника совершенно спокойной; затем в конце пищевой массы по направлению к желудку начинается волна сокращения и толкает массу по всему телу вдоль кишечника к новому участку, где волна затухает и взбивающее движение начинается снова. Этот процесс повторяется с каждой пищевой массой по мере ее поступления из желудка в кишечник, пока, наконец, обычно через три-четыре часа после того, как первая пища начала поступать в кишечник из желудка, вся масса не продвинулась по всей длине тонкого кишечника, а то, что осталось, не попало в толстый кишечник. У человека длина тонкого кишечника составляет около двадцати пяти футов; у плотоядных животных примерно того же размера кишечник лишь наполовину длиннее; у пастуших животных того же размера, с другой стороны, кишечник в два-три раза длиннее, чем у человека; эта промежуточная длина кишечника человека обычно рассматривается как указание на то, что человек приспособлен к смешанному питанию, не являясь ни строго плотоядным, ни строго растительноядным животным.

Во время медленного прохождения пищевой массы по тонкому кишечнику завершаются процессы переваривания и всасывания, так что в толстый кишечник попадает очень мало материала, за исключением неперевариваемых частей исходной пищи. Они состоят в основном из целлюлозы и подобных неперевариваемых растительных материалов, но в их состав входят также неперевариваемые фрагменты хрящей и другие мясные остатки. Также стоит отметить, что количество воды не сильно уменьшается во время прохождения материала через тонкий кишечник; другими словами, материал, попадающий в толстый кишечник, примерно такой же жидкий, как и тот, который проходит из желудка в тонкий кишечник. Это не означает, что вода не всасывается из тонкого кишечника; на самом деле, вода, которую мы пьем, вероятно, всасывается довольно быстро; что это означает, так это то, что в кишечник из крови в нижних отделах выделяется достаточное количество воды, чтобы вся масса оставалась жидкой; это, конечно, важно как для переваривания, так и для всасывания.

Толстая кишка, как следует из ее названия, представляет собой трубку гораздо большего диаметра, чем тонкая; она начинается низко с правой стороны, проходит примерно до уровня желудка, затем пересекает тело и опускается с левой стороны, образуя, таким образом, своего рода перевернутую букву "U" в брюшной полости; пространство внутри буквы "U" заполнено петлями и извилинами тонкой кишки. Первая часть толстого кишечника предназначена для всасывания воды; в результате этого всасывания содержимое толстого кишечника остается в полусухом состоянии; всасывание воды происходит непрерывно, так что чем дольше вещество остается в толстом кишечнике, тем суше оно становится. При обычном ходе событий материал по мере его

высушивания проходит через толстый кишечник, и с интервалами, которые не должны превышать двадцати четырех часов, накопленный материал выводится из организма.

Различные факты о функционировании кишечника, которые многим людям казались загадочными, легко объясняются на основе того, о чем нам предстоит поговорить дальше, а именно наличия как в тонком, так и в толстом кишечнике процветающих колоний бактерий. Возможно, большинству из нас и в голову не приходило, что мы находимся в положении невольных хозяев огромного количества этих микроскопических растений, но это именно то, кем мы являемся. Предотвратить это невозможно, поскольку сочетание тепла, влаги и обильной пищи, поступающей в кишечник, является наиболее благоприятной возможной ситуацией для многих видов бактерий, и никакие усилия с нашей стороны не позволили бы нам освободиться от них. К счастью, при обычном ходе событий их присутствие так или иначе не влияет на нас. В тонком кишечнике их основной рацион состоит из сахаров, которые образуются в результате переваривания крахмала или употребляются непосредственно в пищу. В связи с тем, что они питаются за счет этих сахаров, они вызывают так называемое алкогольное брожение; то есть часть сахара превращается в спирт с побочным продуктом в виде углекислого газа. Точно то же самое происходит, когда дрожжи развиваются в тестовой массе; в последнем случае нам нужны пузырьки углекислого газа, поскольку именно они делают хлеб легким, а алкоголь выделяется при высокой температуре приготовления. При алкогольном брожении, которое происходит в нашем тонком кишечнике, углекислый газ является отходами жизнедеятельности и выводится из организма, но алкоголь всасывается и используется в качестве топлива. До сих пор мало что было сказано о физиологических эффектах алкоголя. На данный момент все, что мы хотим сказать, это то, что алкоголь может окисляться тканями организма с выделением энергии и поэтому является отличным топливом для питания. В тех ничтожных количествах, в которых он всасывается из тонкого кишечника, он используется полностью, и нет ни малейших оснований предполагать, что он оказывает какие-либо побочные эффекты. Возражения против употребления алкоголя, которые привели к отмене его употребления в качестве напитка в этой стране, зависят от определенных пагубных наркотических эффектов, которые он проявляет при употреблении в любых, кроме самых маленьких количествах, и которые сводят на нет полезность того, что в противном случае было бы ценным продуктом питания человека. Ферментация в тонком кишечнике обычно протекает совершенно незаметно для нас. Определенные продукты питания или вторжение в кишечный тракт определенных видов бактерий могут изменить процесс брожения таким образом, что вырабатываются раздражающие вещества, которые вызывают очень сильное увеличение объема тонкого кишечника; его содержимое проходит через него гораздо быстрее, чем обычно, и у нас возникает состояние, известное как диарея.

В толстом кишечнике бактериальная активность протекает столь же интенсивно, как и в тонком, и из-за меньшего относительного количества перевариваемой пищи и воды гораздо большая доля содержимого кишечника состоит из тел бактерий и продуктов их метаболизма. Поскольку сахара полностью всасываются к тому времени, когда пища достигает толстого кишечника, а оставшиеся материалы, которыми могут питаться бактерии, в большей степени относятся к классу белков, бактериальное действие переходит от брожения к тому, что мы обычно описываем как гниение. Этот тип действия, вместо того чтобы приводить к образованию алкоголя и углекислого газа, приводит к образованию ряда крайне опасных соединений; многие из них могут проникать через слизистую оболочку толстого кишечника в кровь и таким образом циркулировать по организму. В последние годы мы поняли, что эти продукты кишечного гниения очень ядовиты, особенно если они присутствуют в кровотоке в сколь угодно значительном количестве. Термин “аутоинтоксикация”, с которым мы часто сталкиваемся в медицинской литературе, строго означает отравление организма продуктами кишечного гниения. Конечно, состояние значительно усугубляется, если позволить гниению продолжаться слишком долго. Неприятные ощущения, возникающие в результате запоров и которые в жизни очень многих людей представляют собой действительно серьезное нарушение здоровья, являются прямым

результатом отравления этими продуктами гниения. Очевидным средством является предотвращение вялости кишечника; к сожалению, теоретически это сделать проще, чем часто бывает на практике. Вероятно, в первую очередь виноваты два условия современной жизни: первое - это наша тенденция делать рацион питания все более и более высококонцентрированным, то есть исключать из него все больше и больше неперевариваемых компонентов. В результате в толстую кишку поступает недостаточно неперевариваемого материала, чтобы образовался достаточный объем, над которым кишечные мышцы могут работать, продвигая массу вперед. Пока накапливается масса, происходит как поглощение воды, так и гниение, пока к тому времени, когда соберется достаточная масса, она не станет настолько сухой, что мышцы не смогут ее перемещать, и в ней образуется чрезмерное количество ядов. Очевидно, что способ лечения этого состояния - употреблять в пищу больше неперевариваемых продуктов. Для этой цели нет ничего лучше яблок в их сезон. Старая пословица "Одно яблоко в день отпугивает доктора" имеет в своей основе очень здравый смысл. Яблоки не всем людям подходят для этой цели, поскольку они часто вызывают неприятное газообразование или даже головную боль. Однако почти каждый, экспериментируя, может найти время суток, когда яблоко можно есть без каких-либо проблем с пищеварением, а часто и со значительной пользой. Яблоки ценны просто из-за большого количества неперевариваемых веществ. В процессе приготовления большая их часть преобразуется в легкоусвояемый материал, так что для этой конкретной цели их необходимо употреблять в сыром виде. Существуют различные другие фрукты, такие как инжир, чернослив и изюм, которые действуют аналогично и, кроме того, оказывают прямое стимулирующее действие на работу кишечника и, таким образом, способствуют отхождению содержимого. Некоторые люди могут есть попкорн с пользой для здоровья, хотя другие при этом страдают от газообразования.

Вторым условием современной жизни, способствующим вялости кишечника, является сидячий образ жизни, присущий столь многим из нас, как мужчинам, так и женщинам. Энергичная жизнь на свежем воздухе практически никогда не осложняется аутоинтоксикацией. Любой, кто может поддерживать привычку к активным физическим упражнениям, обычно будет мало обеспокоен этим состоянием. Следует отметить еще один момент, и его едва ли можно переоценить, поскольку он, вероятно, играет такую же важную роль, как и любой другой отдельный фактор в предотвращении аутоинтоксикации; это выработка регулярных привычек в вопросе опорожнения кишечника. Общим фактом функционирования гладкой мускулатуры является то, что она легко вырабатывает определенные привычки. Мы уже видели пример этого в поведении желудка в связи с приемом пищи. Как мы уже отмечали, желудок остается дряблым между приемами пищи и приходит в состояние напряжения как раз в то время, когда мы привыкли есть. Эта корректировка производится независимо от того, какие конкретные привычки могут быть у каждого человека. У тех, кто обычно ест только два раза в день, будет такое сжатие желудка дважды в день; у других, у кого в привычку входит есть пять раз в день, подобное сжатие произойдет пять раз в течение двадцати четырех часов. Точно так же толстый кишечник может выработать регулярную привычку в отношении опорожнения. Лучше всего это делать в детстве, чтобы родители, настаивая на регулярности в этом отношении у своих детей, обычно могли гарантировать им жизнь, в которой у них будет мало проблем с аутоинтоксикацией. С другой стороны, родители, которые пренебрегают благополучием своих детей в этом отношении, создают им на всю жизнь проблемы и очень большой дискомфорт.

Завершая эту часть нашего обсуждения, мы должны отметить, что искусственную стимуляцию кишечной деятельности следует рассматривать как крайнюю меру и ни при каких обстоятельствах не как обычное средство стимулирования опорожнения. Люди, которые позволяют себе стать зависимыми от слабительных, создают себе проблемы, поскольку они неизменно становятся все менее и менее эффективными, что делает необходимым увеличение дозы и, в конечном итоге, приводит к состоянию, при котором только энергичные усилия врача приведут организм в норму. Безопасное общее правило заключается в том, что любой, кто обнаруживает, что становится зависимым от слабительных, должен немедленно обратиться за компетентной медицинской

помощью с целью восстановления нормального функционирования своей системы, при котором он не будет зависеть от наркотиков.

ГЛАВА XVI

СЛУЖБА СНАБЖЕНИЯ КИСЛОРОДОМ

ЕКАЖДАЯ клетка должна получать кислород для своего метаболизма. Это вещество она должна получать из тканевой жидкости, на которую она воздействует, а тканевая жидкость, в свою очередь, должна получать это из циркулирующей крови. Кровь, в свою очередь, должна откуда-то поступать, и место, из которого она поступает, называется легким или жабрами, в зависимости от того, дышит животное непосредственно воздухом или получает кислород из воды. Цель настоящей главы - отследить поступление кислорода из воздуха через кровь в тканевые жидкости и, таким образом, в живые клетки. В главе о “Крови” мы видели, что у нас есть особое вещество, гемоглобин, которое помогает в транспортировке кислорода. Здесь у нас будет возможность увидеть, как оно это делает. Хорошо иметь в виду, что для практических целей мы включаем методы удаления углекислого газа наряду с изучением подачи кислорода, так что, хотя эта глава носит заголовок “Служба подачи кислорода”, мы также изучим в ней, как уносится углекислый газ. Это удобный способ разобраться с предметом, потому что с двумя газами обращаются практически одинаково; это также становится необходимым из-за того факта, что управление устройством, с помощью которого эти газы обрабатываются, настолько взаимосвязано, что транспортировку одного невозможно хорошо изучить, не уделив внимания транспортировке другого.

Проблема подачи кислорода и удаления углекислого газа теоретически очень проста; воздух содержит большой процент кислорода и очень маленький процент (три части на десять тысяч) углекислого газа. Если кровь подвергается воздействию воздуха, между которым нет ничего, кроме очень тонкой мембраны, кислород будет диффундировать из воздуха в кровь до тех пор, пока кровь не поглотит все, что она способна удержать. Поскольку кровь циркулирует по телу и поступает в тканевые пространства, где кислорода мало или его вообще нет, поскольку живые клетки постоянно поглощают его и используют, кислород, который ранее поступал в кровь, будет диффундировать в тканевые пространства. Единственные специальные приспособления, которые должны быть предусмотрены, - это достаточно большая поверхность контакта с воздухом, чтобы независимо от того, насколько быстро течет кровь, она была в состоянии поглощать весь кислород, который она может удерживать, и устройство для обеспечения того, чтобы кровь могла удерживать и переносить столько кислорода, сколько необходимо тканям. Первому из этих требований отвечает особая конструкция легких или жабр; второму - наличие в кровотоке химического вещества (гемоглобина), которое автоматически поглощает большое количество кислорода и, таким образом, обеспечивает транспортировку достаточного количества.

В принципе строение жабр соответствует строению легкого; поскольку нас особенно интересует устройство наших собственных органов, мы удовлетворимся описанием только легкого. В главе о кровообращении мы видели, что легочная артерия, отходящая от правой стороны сердца, распадается на систему капилляров. Этих капилляров тысячи, и они разбросаны по всей поверхности легких. Само легкое состоит из полого мешка с очень тонкими и очень эластичными стенками, соединяющегося с горлом посредством трахеи. На самом деле мешок двойной, поскольку дыхательное горло разделяется на своем нижнем конце на две трубки, известные как главные бронхи, и они многократно разделяются до тех пор, пока их тонкие окончания не заканчиваются в самих эластичных легочных мешочках. Мы говорили о легком как о мешочке; на самом деле это система из тысяч и тысяч отдельных крошечных мешочков. Структура сравнима со структурой виноградной грозди: стебель представляет собой главный бронх, более мелкие стебли - подразделения, а отдельные виноградины - собственно легочные мешочки. Преимущество такого расположения заключается, конечно, в очень большой поверхности, которую оно дает; стенка каждого отдельного легочного мешочка заполнена

капиллярами, а крошечных отдельных мешочков так много, что общая поверхность, по которой распределяется кровь, измеряется сотнями квадратных футов. Мы не можем представить себе никакого другого устройства, с помощью которого такая большая поверхность воздействия могла бы быть помещена в полость размером с человеческую грудную клетку.

Конечно, мы сразу видим один серьезный дефект такого расположения поверхности легкого; каждый отдельный мешочек наполнен воздухом, и поэтому кровеносные сосуды, выстилающие его стенку, имеют доступ к воздуху, но между отдельным легочным мешком и внешней атмосферой находится, во-первых, очень крошечная бронхиальная трубка, с которой мешок соединяется, затем несколько большая, в которую он открывается, затем еще одна, еще большего размера, и так далее, пока мы не пройдем через главный бронх и трахею до горла, и так через рот или нос наружу. Совершенно очевидно, что эта система проходов не обеспечивает очень свободного движения воздуха. Мы должны также понимать, что кровь, которая течет через стенки легочных мешочков, должна постоянно забирать кислород из воздуха внутри мешочков, если она хочет удовлетворить потребности тканей организма. Простая диффузия через узкие бронхи не могла бы доставить кислород в легочные мешки достаточно быстро, чтобы удовлетворить потребности крови, текущей через их стенки. Ситуация решается с помощью активной вентиляции легких, то есть путем принудительной замены воздуха в легких через частые промежутки времени. Способ, которым это делается, как мы все знаем, заключается в дыхании. Дыхание - это не что иное, как движение кузнечных мехов грудной клетки, посредством которого воздух попеременно выталкивается и впускается внутрь. Не требуется очень активной вентиляции легких, чтобы воздух в легочных мешочках был в достаточной степени насыщен кислородом в условиях физического покоя. Наши обычные дыхательные движения мягки, при каждом вдохе и выдохе вдыхается менее четверти воздуха, и мы дышим всего пятнадцать-шестнадцать раз в минуту. Конечно, при интенсивном функциональном метаболизме, как при интенсивных мышечных упражнениях, процессы окисления в тканях протекают гораздо быстрее, и, соответственно, большее количество кислорода должно поступать в кровь для удовлетворения потребности. При таких обстоятельствах улучшается вентиляция легких, движения грудной клетки становятся более интенсивными, а также происходят чаще в минуту.

Акт дыхания осуществляется обычными скелетными мышцами. Это единственный акт, связанный с поддержанием организма, в отношении которого это верно. Другие наши “жизненно важные” органы управляются с помощью гладких мышц. Из-за этого различия мы в определенной степени контролируем свои дыхательные движения. Как мы все знаем, мы можем без труда задерживать дыхание на короткое время или дышать быстрее или глубже в любое удобное для нас время. В этом отношении дыхание разительно отличается либо от работы сердца, либо от движений органов пищеварения, над которыми мы вообще не имеем прямого контроля. Однако наш контроль над дыхательными мышцами довольно ограничен; мы не можем задерживать дыхание бесконечно. Это означает, что нервный механизм, который заставляет мышцы сокращаться, будет работать, несмотря на усилия нашей воли предотвратить это. Реальный механизм очень похож на тот, о котором уже говорилось в связи с другими “жизненными процессами”. У нас есть “центр” в стволе мозга, из которого исходят нервные разряды. Этот центр расположен непосредственно рядом с сосудосуживающим центром, о котором мы узнали в главе XIV. Из-за расположения этих двух важных центров в одном очень маленьком пространстве, место, где они находятся, было названо французским физиологом более ста лет назад “жизненным узлом”; смысл этого в том, что смерть здесь может наступить быстрее и с меньшим фактическим разрушением тканей, чем где-либо еще в организме.

Центр, контролирующий дыхание, был назван “дыхательным центром”. Он автоматически разряжается примерно пятнадцать-шестнадцать раз в минуту, заставляя дыхательные мышцы сокращаться и, таким образом, продолжая работу мехов грудной клетки. Подобно другим центрам в стволе мозга, на этот могут воздействовать нервные нарушения, поступающие в ствол мозга от органов чувств. Возможно, лучшим примером этого является изменение дыхания, которое

происходит в результате попадания холодной воды на кожу. Большинство из нас замечали, что у нас перехватывает дыхание, когда мы внезапно оказываемся под холодным душем или погружаемся в холодную воду. Возможно, нам и в голову не приходило, что этот вздох совершенно произвольный, но мы можем легко доказать, что это так, пытаясь дышать с идеальной регулярностью в момент принятия холодного душа. Мы легко убедим себя, что это изменение дыхания является чем-то, над чем мы не имеем контроля. На самом деле это превосходный пример простого рефлекса. Кашель и чихание - это другие рефлексy, при которых сенсорное раздражение того или иного рода воздействует на дыхательный центр, изменяя его выделения. В дополнение к этим рефлекторным изменениям в дыхании мы также имеем знакомые эффекты мышечных упражнений. Мы знаем, что даже после умеренных физических нагрузок дыхание несколько учащается, а после энергичных упражнений оно становится очень быстрым и глубоким, и что после очень сильных нагрузок, особенно у нетренированного человека, пыхтение не только выражено, но даже причиняет боль. Вскоре мы увидим, как мышечные упражнения вызывают эти изменения, но перед этим нам необходимо изучить движение газов между легкими и тканями через кровь; кислород от легких к тканям, углекислый газ от тканей к легким.

Благодаря вентиляции легких воздух в крошечных отдельных легочных мешочках остается насыщенным кислородом, а также в значительной степени свободным от углекислого газа. Из этого воздуха происходит непрерывная диффузия кислорода в кровь. Первый кислород, который диффундирует внутрь, может растворяться в жидкости крови точно так же, как кислород растворяется в любой воде, воздействию которой он подвергается, но по мере того, как это происходит, гемоглобин красных кровяных телец начинает поглощать кислород, образуя химическое соединение, которому дано название *оксигемоглобин*. Если присутствующего газа будет достаточно, каждая молекула гемоглобина будет поглощать кислород на полную мощность. Количество, которое растворяется непосредственно в крови, настолько незначительно, что во всех отношениях способность крови переносить кислород зависит от степени, в которой гемоглобин может соединяться с ним. Важно подчеркнуть это, потому что это означает, что существует определенный предел количеству кислорода, которое может переносить кровь, предел, который достигается, как только гемоглобин насыщается. Гемоглобин обладает настолько большой способностью соединяться с кислородом, что умеренной вентиляции легких, обеспечиваемой обычным спокойным дыханием, обычно достаточно для его насыщения. Время от времени мы сталкиваемся с утверждениями, которые создают впечатление, что в глубоком дыхании есть преимущество, заключающееся в увеличении количества кислорода, который становится доступным для наших тканей. На самом деле это не так; обычное спокойное дыхание, когда тело находится в состоянии покоя, насыщает кровь кислородом, а это означает, что оно несет свой груз в полном объеме, и, очевидно, никакое количество глубокого дыхания не может заставить его делать больше этого. Не следует понимать это как намек на то, что глубокое дыхание не является ценным упражнением; мы хотим подчеркнуть, что его ценность заключается не в обеспечении повышенного притока кислорода.

Оксигемоглобин имеет ярко-алый цвет; сам гемоглобин, не соединенный с кислородом, имеет очень темно-пурпурный цвет; частичные сочетания становятся все ярче по мере того, как они содержат больше кислорода, так что эксперт может судить о степени соединения любого образца гемоглобина с кислородом, отмечая его цвет по сравнению с полностью насыщенным гемоглобином. Соединение гемоглобина с кислородом происходит по мере прохождения крови по капиллярам легких; поэтому кровь, выходящая из легких, имеет ярко-алый цвет, характерный для оксигемоглобина. Эта кровь называется артериальной кровью, причина в том, что именно она содержится в артериях организма в целом. Случается, что он впервые появляется в легочной вене, по которой он переносится из легких в левую часть сердца, так что выражение "артериальная кровь" не означает ничего конкретного, кроме описания крови, в которой гемоглобин насыщен кислородом. Эта кровь откачивается левой стороной сердца во все части тела; проходя по капиллярам, она попадает в область, где происходит активное использование кислорода живыми

клетками. Они постоянно поглощают кислород из окружающих их тканевых жидкостей, поэтому кровь в капиллярах, которая доставляет обильный запас кислорода, вступает в контакт с тканевыми жидкостями, содержащими его мало или вообще не содержащими его, и между ними находятся только тонкие стенки капилляров. В этих условиях происходит быстрая диффузия кислорода из крови в тканевые жидкости, и сопровождающий это распад оксигемоглобина, так что выходит не только большая часть кислорода, который был растворен в крови, но и значительная часть того, который ранее находился в сочетании с гемоглобином. При обычных обстоятельствах только от одной четвертой до одной трети оксигемоглобина разлагается во время быстрого прохождения крови по капиллярам; таким образом, кровь, поступающая в вены, все еще будет нести две трети или более от общего количества кислорода. Цвет венозной крови будет темнее, чем у артериальной, потому что в ней содержится намного меньше оксигемоглобина, но она и близко не такая темная, как кровь, в которой весь оксигемоглобин разложился. Это хорошо заметно в мелодраматической литературе, где раны людей, умерших от удушья, описываются как сочащаяся черная кровь. Это реальный факт, что кровь, из которой был удален весь кислород, настолько темнее обычной венозной крови, что создается впечатление черной, хотя на самом деле она темно-фиолетовая.

Если мы зададимся вопросом, почему кровь обычно отдает тканям столь малую долю всего запаса кислорода, мы найдем ответ, вспомнив, что потребность организма в кислороде чрезвычайно изменчива; каждое увеличение функционального метаболизма означает увеличение количества окисляемого топлива и, следовательно, увеличение количества требуемого кислорода. Фактические измерения показали, что при очень интенсивных мышечных упражнениях потребление кислорода может быть примерно в десять раз больше, чем при полном покое. Для того чтобы этот очень сильно усиленный метаболизм мог продолжаться, кровь должна доставлять к активным тканям примерно в десять раз больше кислорода, чем она доставляет им в спокойном состоянии. Есть только два способа, которыми это можно сделать; первый - путем более полного разложения оксигемоглобина, при котором высвобождается весь содержащийся в нем кислород; другой - путем более быстрого движения крови. Именно благодаря сочетанию этих двух факторов удовлетворяются потребности организма в кислороде во время интенсивного обмена веществ. Как уже было сказано, частота сердечных сокращений увеличивается примерно вдвое при интенсивных физических нагрузках. Также было показано некоторое увеличение количества крови, которое он перекачивает с каждым ударом. В результате при этих обстоятельствах из сердца за минуту выходит более чем в два раза больше крови, чем во время отдыха. Оксигемоглобин также полностью разлагается, когда ткани активны, и этих двух фактов вместе взятых достаточно, чтобы объяснить значительное увеличение поступления кислорода.

Одновременно с увеличением потребления кислорода, конечно, увеличивается производство углекислого газа и воды, поскольку при окислении топливных веществ образуются эти отходы. Клетки всегда изливают и то, и другое в тканевые жидкости, но в гораздо большей степени, когда они активно функционируют. Нам не нужно прилагать никаких усилий, чтобы следить за количеством воды, поскольку она просто добавляется к уже имеющейся воде, и позже мы рассмотрим, как управляются запасы воды в организме. Однако от углекислого газа необходимо избавляться, и механизм избавления от него должен работать эффективно, в противном случае сам метаболизм будет затруднен, поскольку известный закон химического действия гласит, что если позволить продуктам действия накапливаться, они будут препятствовать его дальнейшему развитию. Метод избавления от углекислого газа заключается в простой диффузии из клеток в тканевые жидкости, а из тканевых жидкостей - в кровь. Углекислый газ во много раз более растворим, чем кислород, так что с гораздо большим его количеством можно справиться простым растворением. Однако этого недостаточно, чтобы избавиться от всего углекислого газа; остальная часть должна вступать в химическое соединение с некоторыми веществами, находящимися в крови. Не существует единственного заметного материала для переноса углекислого газа, подобного гемоглобину, который переносит кислород. Однако в крови имеется ряд соединений,

способных соединяться с углекислым газом, среди них белки крови, о которых много говорилось в главе XIII. Углекислый газ распределяется между этими различными веществами и таким образом транспортируется. Следует отметить, что кровь не насыщается углекислым газом так, как это происходит с кислородом. Артериальная кровь обычно переносит практически весь кислород, который она способна усвоить; с другой стороны, венозная кровь, вероятно, никогда и близко не приблизится к тому, чтобы быть настолько насыщенной углекислым газом, насколько это возможно.

Во время прохождения крови по капиллярам легких диффузия углекислого газа наружу в воздух в легочных мешочках происходит одновременно с поступлением кислорода из этого воздуха в кровь внутрь. Диффузия никогда не бывает настолько полной, чтобы лишить кровь всего содержащегося в ней углекислого газа; на самом деле в артериальной крови его лишь немного меньше, чем в венозной, хотя диффузия происходит достаточно быстро, так что за то же время с воздухом из легочных мешочков выделяется столько углекислого газа, сколько вырабатывается во всем организме за минуту. Результатом этой внешней диффузии, естественно, является увеличение количества углекислого газа в воздухе легочных мешочков, и если этому увеличению позволить продолжаться беспрепятственно, в настоящее время там будет столько углекислого газа, что остановит дальнейшую внешнюю диффузию и, таким образом, положит конец утечке углекислого газа из крови. Этого можно избежать с помощью вентиляции легких. Каждый раз, когда вы делаете вдох, некоторое количество воздуха, почти не содержащего углекислого газа, попадает в пространство легких, заменяя насыщенный углекислым газом воздух, который был удален при предыдущем выдохе.

Описание транспортировки газа, которое мы только что дали, открывает путь к описанию контроля дыхания. Из того, что только что было сказано, должно быть ясно, что количество углекислого газа в крови точно соответствует количеству, содержащемуся в воздухе легочных мешочков. По мере увеличения процентного содержания углекислого газа в этом воздухе диффузия наружу становится менее свободной, и поэтому количество углекислого газа в крови должно увеличиваться. Ткани все время вырабатывают и выделяют углекислый газ, и поэтому количество углекислого газа в крови будет неуклонно увеличиваться. Это относится как к артериальной, так и к венозной крови, поскольку, как мы видели минуту назад, в первой содержится почти столько же углекислого газа, сколько и во второй. Это тот факт, который используется в организме для управления дыхательным аппаратом. Дыхательный центр в стволе головного мозга чувствителен к воздействию углекислого газа; чем больше этого газа содержится в крови, тем больше будет склонности к выделению из центра. Существует определенный уровень углекислого газа, ниже которого он полностью неактивен, но когда этот уровень превышен, начинаются нервные разряды, которые становятся все более и более мощными по мере увеличения количества углекислого газа в крови. Теперь мы можем видеть, что заставляет нас дышать. Давайте представим, что в нашей крови не так уж много углекислого газа, но ткани постоянно его вырабатывают и выделяют. Поскольку мы предполагаем, что этого количества недостаточно для возбуждения дыхательного центра, дыхательных движений не будет. Будет наблюдаться неуклонное увеличение количества углекислого газа в крови и в то же время соответствующее увеличение количества углекислого газа в воздушных мешочках легких; вскоре в крови его будет достаточно, чтобы пробудить дыхательный центр к разрядке. Это вызовет прерывистый вдох; результатом этого будет удаление большей части накопленного углекислого газа из легочных мешочков; это, в свою очередь, способствует более быстрой диффузии углекислого газа из крови, и поэтому его количество в крови может упасть ниже уровня, при котором активизируется дыхательный центр. Конечно, через мгновение продолжающееся выделение углекислого газа из тканей снова повысит его уровень до такой степени, что возбудит дыхательный центр, и, таким образом, мы получим ритмично повторяющийся выброс этого центра, вызывающий ритмичный вдох.

Согласно только что приведенному объяснению, активность дыхательного центра определяется исключительно содержанием углекислого газа в крови; ее можно было бы регулировать таким образом, но на самом деле у всех высших животных, включая человека, контроль дыхательного центра за содержанием углекислого газа переплетен со сложным нервным контролем, эффект которого заключается в том, что мы дышим чаще в минуту, но отдельные вдохи делаются более мелкими, чем они были бы, если бы контроль дыхания осуществлялся исключительно с помощью углекислого газа. Конечный результат при вентиляции легких точно такой же, но быстрые неглубокие вдохи выгодны тем, что позволяют избежать значительных колебаний количества углекислого газа в крови, в то время как они полностью обеспечивают организм достаточным количеством кислорода.

Частота и интенсивность дыхания обычно автоматически регулируются в зависимости от количества углекислого газа в кровотоке, но, как мы знаем, мы можем по собственной воле дышать совершенно по-другому. Давайте посмотрим, что произойдет, если, сидя спокойно, мы начнем дышать глубоко и быстро, перенапрягая легкие. Что касается кислорода, то это вообще ничего не изменит, поскольку, как мы уже видели, обычное автоматическое дыхание насыщает кровь всем кислородом, который она может удержать. Что делает сверхвентиляция, так это выводит углекислый газ из легочных мешочков быстрее, чем обычно, и это обеспечивает соответственно более быструю диффузию углекислого газа наружу из крови. Результатом будет то, что углекислый газ будет покидать кровь быстрее, чем он поступает в нее из тканей, и таким образом общее количество газа в организме сократится. Первым результатом этого, как мы могли бы ожидать, будет устранение автоматической стимуляции дыхательного центра, так что после периода чрезмерного дыхания человек не будет сразу же самопроизвольно возобновлять дыхание. На самом деле это так; любой может легко доказать на себе, дыша глубоко и быстро в течение минуты или двух, что автоматический контроль дыхания сразу после этого временно приостанавливается. Естественно, из этого следует, что человек может задерживать дыхание намного дольше, если легкие перенапрячь на короткое время непосредственно перед попыткой. Это также можно легко доказать. Длительная перенапряженность легких также имеет ряд других эффектов, все из которых связаны с сокращением общего количества углекислого газа в организме. Наиболее заметным является возникающее чувство головокружения или легкомысленности. Если довести дело до крайности, возникает вполне определенное ощущение, как будто человек вот-вот воспарит в космос, и за этим следует потеря сознания. Некоторые религиозные культы в Индии интерпретировали это ощущение, возникающее в результате глубокого дыхания, как фактическое отделение души от тела, и утверждают, что во время бессознательного состояния дух действительно свободно парит в пространстве. Не делая никаких заявлений относительно связи между душой и телом в сознании или бессознательном состоянии, мы хотели бы указать, что эти телесные ощущения определенно обусловлены очень простым фактом, что в крови содержится меньше углекислого газа, чем обычно, из-за перенапряжения легких, и как только метаболизм, который постоянно продолжается в тканях, выделяет достаточно углекислого газа, чтобы довести его количество до нормального, сознание вернется и нормализуется состояние дел.

Хотя на этом мы заканчиваем то, что должны сказать о движении газов внутрь тела и из него, общий предмет не может быть завершен без слов об условиях, которые должны поддерживаться в воздухе, непосредственно окружающем нас. Это составляет тему *вентиляции*. Все мы знаем, что какой-то воздух гораздо более пригоден для дыхания, чем другой; однако до самого недавнего времени наши представления об условиях, которые делают воздух пригодным или непригодным для дыхания, были туманными или совершенно ошибочными. К счастью, в последние годы тема вентиляции активно исследуется, и теперь мы обладаем удовлетворительными знаниями о ее законах.

Есть, конечно, две вещи, которые должны быть верны в отношении любого воздуха, которым можно дышать; это то, что он должен содержать достаточное количество кислорода и не должно

содержать слишком много углекислого газа. Что касается снабжения кислородом, то мы можем утверждать, что только с величайшими трудностями достигаются условия, при которых в воздухе недостаточно кислорода. Как мы все знаем, воздух становится разрежен по мере того, как мы поднимаемся выше над поверхностью земли; и альпинисты, и авиаторы достигали высот, на которых количество кислорода в воздухе составляет лишь около одной трети от количества обычного воздуха, и были в состоянии получать достаточное количество кислорода для удовлетворения потребностей своего организма даже в этих экстремальных условиях. Совершенно очевидно, что помещение вряд ли могло быть настолько плохо вентилируемым, чтобы снизить подачу кислорода ниже этого показателя, так что нет необходимости уделять внимание подаче кислорода при разработке практических методов вентиляции. Воздухом, содержащим углекислый газ в количестве четырех процентов, дышать нельзя, потому что углекислый газ, вырабатываемый в организме, недостаточно быстро диффундирует в атмосферу, содержащую такое количество углекислого газа, чтобы поддерживать жизнь организма. Это опять же процентное содержание углекислого газа, которое практически никогда не достигается. Вероятно, самым известным случаем в истории смерти от плохой вентиляции является “Черная дыра Калькутты”, помещение-темница площадью около двадцати квадратных футов всего с двумя маленькими окнами, в котором за одну ночь были заключены сто пятьдесят британских солдат; все они, кроме двадцати трех, умерли, но сомнительно, была ли их смерть на самом деле вызвана либо дефицитом кислорода, либо избытком углекислого газа. Это связано с тем, что существовало достаточно других факторов, которые могли бы сделать воздух непригодным для дыхания и привести к смерти, прежде чем любой из них смог бы вступить в игру. Современная наука о вентиляции занимается этими другими факторами; главным из них является фактор влажности. Как мы увидим в следующей главе, наши тела постоянно выделяют из легких и путем испарения из потовых желез водяные пары в воздух. Это приводит к быстрому повышению влажности в помещениях, где много людей, и особенно там, где присутствует много людей. Кроме того, все выделяют большое количество тепла. Теперь мы знаем, что ощущение духоты, которое мы приписываем плохо проветриваемому помещению, возникает из-за сочетания тепла и влаги. Мы также знаем, что дискомфорт, возникающий при нахождении в таких помещениях, вызван теми же причинами. Фактическое загрязнение воздуха гораздо менее неприятно, чем накопление тепла и влаги. Теоретически, конечно, наилучшая вентиляция обеспечивается за счет постоянного наполнения помещений наружным воздухом. Однако на практике это не всегда срабатывает; например, во многих городах воздух настолько насыщен пылью и дымом, что вреден для всех и даже опасен для больных людей. Перед вдыханием такого воздуха из него следует удалить дым и грязь. Иногда это делается путем пропускания его через тканевые пакеты с мелкой сеткой, или, по самой современной схеме, его пропускают через тонкую сетку с водой и таким образом вымывают из него грязь и дым. Вторая практическая трудность при затоплении помещений наружным воздухом заключается в затратах в холодную погоду на обогрев больших объемов, которые потребовались бы. По этой причине было сочтено возможным в церквях и общественных залах, которые используются лишь изредка, использовать один и тот же воздух снова и снова, поддерживая низкую температуру и влажность. Конечно, это очень сильно сокращает расходы на отопление.

Существует еще один источник вредного воздействия плохого воздуха, помимо высокой влажности и чрезмерного тепла; это присутствие в нем аммиака и других ядовитых соединений, которые выделяются из тел людей. Раньше считалось, что органические яды выдыхаются из легких с каждым вдохом, но теперь мы знаем, что их количество, если таковое вообще присутствует, слишком мало, чтобы иметь значение по сравнению с гораздо большими количествами, которые выделяются с испаряющимся потом, с гниющими зубами и из пищеварительного тракта; нет сомнений, что при любом скоплении людей воздух будет отравлен органическими ядами из этих источников. Чем более чистоплотны люди, тем меньше будет загрязнений. Общепринято считать, хотя, возможно, и не доказано абсолютно, что плохое

самочувствие, встречающееся в потогонных цехах и переполненных трущобах, как правило, в значительной степени обусловлено хроническим отравлением в результате постоянного вдыхания сточных вод с невымытых тел и одежды обитателей. Очевидным средством является соблюдение личной чистоты, хотя это не уменьшает желательности вдыхать как можно более чистый воздух. Следует подчеркнуть, что там, где преобладает личная чистота, теснота помещений возникает главным образом из-за чрезмерной влажности, которая обычно сопровождается слишком высокой температурой. С учетом этого следует проводить мероприятия по вентиляции.

ГЛАВА XVII

УСЛУГА ПО ВЫВОЗУ ОТХОДОВ

ТМетаболизм, который происходит во всех клетках нашего организма, приводит к образованию отходов жизнедеятельности. С главным из них, углекислым газом, справляются с помощью средств, которые были описаны в предыдущей главе. Помимо этого газообразного вещества образуется ряд соединений, растворимых в воде, которые изливаются из клеток в окружающие их тканевые пространства и оттуда попадают в кровоток. Особые места в организме, где эти вещества выходят из кровотока, образуют аппарат для удаления отходов жизнедеятельности. Этот аппарат должен быть способен удалять из кровотока все отходы клеточного метаболизма, за исключением углекислого газа, а также любые материалы, которые могли быть всасаны в кровоток из пищеварительного тракта, но не использованы тканями, и, наконец, все скопления воды. Сброс воды сам по себе является темой, которая будет рассмотрена после того, как будет сказано несколько слов об устройстве, с помощью которого осуществляется удаление отходов. Эту функцию у нас выполняют, во-первых, почки, во-вторых, печень и, в-третьих, потовые железы.

Почки являются наиболее важными органами для удаления отходов жизнедеятельности. Они представляют собой пару бобовидных телец, расположенных в пояснице. Каждый состоит из тысяч крошечных трубочек; каждая из этих трубочек начинается как маленький мешочек, в котором находится узел кровеносных сосудов, который на самом деле является крошечным фильтром, отфильтровывающим воду из крови и растворенные в ней неорганические соли.

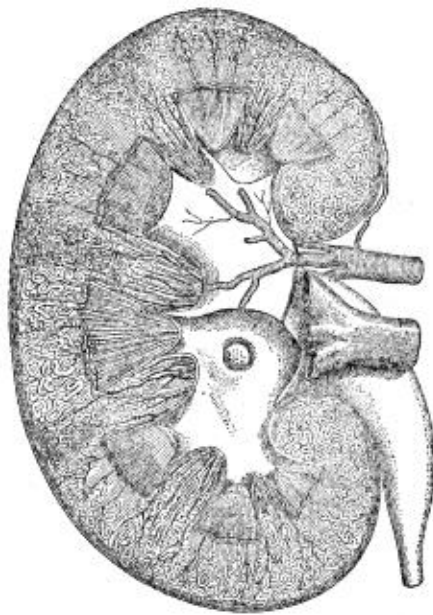


СХЕМА ПОЧКИ

(Из книги Мартина “Человеческое тело”)

Все остальные вещества, находящиеся в крови, задерживаются фильтром, так что в этих местах из нее не вытекает ничего, кроме воды и солей. Далее вдоль каждой из крошечных трубочек находится участок, окруженный сетью тонких кровеносных сосудов, где происходят две вещи; первая из них - удаление из крови различных видов отходов жизнедеятельности; вторая - всасывание обратно в кровь части воды, которая отфильтровалась через узелок на кончике трубки. После того, как это происходит, трубка ничего не делает, кроме как отводит готовый почечный секрет, или мочу, вниз, к выходному отверстию, где открывается очень большая трубка, *мочеточник*, по которой почечный секрет переносится вниз, в мочевой пузырь. Таким образом, образование мочи состоит из трех стадий; первая - фильтрация воды и солей из крови, вторая - выход из крови в почечную трубку различных продуктов жизнедеятельности клеток и третья - реабсорбция в кровь части воды. Подсчитано, что примерно в четыре раза больше воды отфильтровывается из тысяч крошечных фильтров на кончиках почечных трубок, чем выходит на их концах, чтобы попасть в мочевой пузырь. Мы не совсем понимаем, почему это должно происходить; одним из результатов этого является то, что в моче содержится примерно в четыре раза больше соли, чем в крови; вода, которая отфильтровывается в начале почечного канала, уносит с собой только то количество соли, которое растворено; после реабсорбции воды соль остается в почечном канале, так что вся отфильтрованная соль остается в моче, но только около четверти воды. Процесс выведения отходов легче понять, чем способ обращения с водой; все органические вещества, которые случайно попадают в кровь и которым там не место, выводятся из крови во время ее прохождения через тонкую сеть, окружающую почечные трубки. Конечно, мы не знаем, как именно это происходит; должны быть какие-то особые особенности протоплазмы в этой части почки, чтобы эти вещества выводились из крови именно здесь, и нигде больше. Не только продукты жизнедеятельности клеток, но и все или почти все органические компоненты рациона и все лекарства, принимаемые в качестве лекарства, покидают кровь в этой области.

Интересной особенностью процесса удаления воды из крови почками является его связь с активностью потовых желез. Общее количество воды, выпитой за какой-либо день, - это количество, выпитое за то же время. Количество, которое мы пьем, зависит главным образом от

чувства жажды, при условии, что мы находимся в месте, где можно достать воду. Количество воды, которая выделяется в виде пота, не находится под нашим контролем; в следующей главе мы увидим, как регулируется образование пота. Существует также постоянная и довольно устойчивая потеря воды из легких, поскольку каждый вдох, который мы выдыхаем, уносит с собой весь водяной пар, который он может удерживать. Что должны делать почки, так это избавляться от воды, которая не выводится ни из потовых желез, ни из легких. Таким образом, количество мочи, образующееся за день, чрезвычайно изменчиво; в теплые дни и при большой физической нагрузке выделяется так много пота, что, несмотря на обильное питье, из почек выводится сравнительно мало воды. С другой стороны, в холодные дни, когда не требуется много физических упражнений, образуется большое количество мочи. Интересно отметить, что некоторые вещества, такие как спаржа и, в меньшей степени, кофе, вызывают значительное увеличение количества мочи. Мы не знаем наверняка, усиливают ли они фильтрацию из кончиков почечных трубок или уменьшают реабсорбцию в более отдаленной части, но, насколько нам известно, может иметь место либо то, либо другое, либо и то, и другое.

Почки - не единственный орган, с помощью которого выводятся отходы жизнедеятельности; печень также участвует в этом процессе. Однако действие печени заключается не просто в оказании помощи почкам; существуют определенные особые вещества, о которых заботится печень и от которых никогда не избавляются через почки. Первый из них - это расщепленные пигменты крови. Мы уже видели, что после того, как красные тельца изнашиваются, они разлагаются в селезенке, и гемоглобин переносится в печень, где железо и другие полезные части сохраняются, а бесполезный остаток поступает в желчь для выведения из организма. Желчь бывает зеленой у животных, питающихся овощами, и золотисто-коричневой у плотоядных; разница зависит от так называемых желчных пигментов, которые представляют собой отработанные остатки гемоглобина. Разница в цвете является результатом небольшого химического различия в пигментах, которое, в свою очередь, зависит от рациона питания, так что у человека желчь бывает либо зеленой, либо золотисто-коричневой в зависимости от того, вегетарианская диета или в основном мясная. Печень также выводит из крови ненужное вещество, которое имеет грозное название *холестерин*. Интересная особенность этого вещества заключается в том, что если желчь не будет полностью нормальной по химическому составу, она не будет растворяться и поэтому будет выбрасываться в виде маленьких зерен или комочков. Пока эти зерна мелкие, они могут проходить по желчным протокам в тонкий кишечник и выводиться из организма, но после того, как они склеиваются в комочки, для них становится трудно или даже невозможно провести их по узкому желчному протоку. Эти комочки составляют то, что обычно называют камнями в желчном пузыре. Острая боль, известная как желчнокаменная колика, возникает из-за растяжения желчного протока при прохождении по нему одного или нескольких из этих камней. В настоящее время не известно способа предотвратить образование камней в желчном пузыре у лиц, у которых оно начинается, или размягчить их после того, как они однажды сформировались; единственное облегчение - это хирургическое вмешательство, которое, к счастью, полностью адекватно, так что сегодня тысячи людей живут в большом комфорте, которые были бы мертвы или жили в острых страданиях, если бы хирург не смог удалить скопление камней в желчном пузыре из каналов их печени.

Потовые железы, как мы уже видели, выполняют часть функций по удалению отходов жизнедеятельности, поскольку они помогают выводить воду из организма. В очень незначительной степени, но гораздо слабее, чем принято считать, они также избавляются от продуктов жизнедеятельности клеток; например, аммиак, который является одним из таких продуктов, часто можно обнаружить в поту по его запаху; однако на практике важность потовых желез заключается не в выделении ими отработанных органических веществ, а только в выделении воды. При этом они играют очень важную роль в регуляции температуры тела, так что дальнейшее описание потовых желез, а также кожи, частью которой они являются, оставлено для главы, в которой описывается регулирование температуры.

ГЛАВА XVIII

ПОДРОБНЕЕ ОБ УПОТРЕБЛЕНИИ ПИЩИ ОРГАНИЗМОМ

МыТеперь довели наше описание различных явлений, происходящих в наших телах, до того уровня, когда мы можем начать делать своего рода резюме о них; особенно в отношении того, что происходит внутри наших отдельных клеток. Мы видели, что некоторые из наших клеток являются мышечными клетками, с помощью которых мы совершаем движения; другие - это клетки органов чувств, с помощью которых мы получаем необходимую информацию для руководства нашей деятельностью; третьи находятся в нервной системе и осуществляют корректировку, с помощью которой мы действуем в соответствии с указаниями нашего окружения, а также нашего прошлого опыта; наконец, у нас есть клетки, которые производят материалы, например, в различных пищеварительных железах или в железах, вырабатывающих гормоны. Мы также рассмотрели, какие материалы требуются этим клеткам, откуда они берутся и как они готовятся в пищеварительном тракте, и мы увидели, как эти подготовленные материалы и кислород доставляются в различные части тела, где клетки могут их получать, и, наконец, как избавляются от отходов, которые выделяют все эти клетки. Теперь мы должны обратиться к самому процессу метаболизма, как он протекает внутри клеток. В главах III и IV мы рассмотрели использование пищи для выработки энергии и восполнения потерь протоплазмы, а также для образования новой протоплазмы в процессе роста. Мы также видели, что тело содержит много неживого материала, например, в костях и зубах, который должен поступать с пищей и который должен быть восстановлен в результате метаболизма живых клеток.

Первое, что мы хотели бы здесь рассмотреть, - это использование белка для восстановления протоплазматических потерь и для роста. В главе III мы видели, что белок изначально вырабатывается живыми клетками зеленых растений. Мы также видели, что белок - это единственный материал, который может восстанавливать потери протоплазмы или создавать новую протоплазму. До сих пор мы не говорили о том, что самое важное место, из которого мы можем получить белок, - это живая протоплазма. Это правда, что большинство семян накапливают в себе неживой белок, который будет использован молодым ростком по мере его формирования, и семена составляют большую часть нашего рациона; но, за исключением зерна и других продуктов из семян, мы получаем запасы белка, питаясь протоплазмой. Этот белок должен использоваться нами для восстановления утраченной протоплазмы или, в тех частях нас, которые растут, для производства новой протоплазмы. Мы уже видели, что белок, который мы едим, должен пройти процесс переваривания, прежде чем мы сможем использовать его для этих целей, и наша нынешняя задача - объяснить, почему это необходимо, и показать, как белок на самом деле используется в нашем организме.

Особенность белка, которая делает его главным материалом живой протоплазмы, заключается в том, что это вещество практически одного и того же типа, где бы мы его ни находили, и все же оно может отличаться настолько, что объясняет различия, существующие между животными и растениями. Несмотря на то, что анализ протоплазмы примерно одинаков, независимо от того, откуда она берется, мы вынуждены полагать, что разница между собакой и дубом заключается, по сути, в химическом различии; они непохожи, потому что протоплазма одного химически отличается от протоплазмы другого, и разница заключается в различии белков. Мы можем подойти еще ближе к сути вопроса и сказать, что различия между расами человечества, вероятно, заключаются в химических различиях между их белками. Человеческий белок, несомненно, отличается от белка говядины, свинины или баранины. Таким образом, мы имеем вещество, которое может быть одновременно похожим и разным; кроме того, поскольку мы можем производить человеческий белок из говяжьего белка или любого другого вида, который нам посчастливилось употребить в пищу, должно быть, довольно легко заменить один на другой.

Белок - это, пожалуй, самое сложное вещество, о котором мы что-либо знаем; он состоит из ряда органических кислот, соединенных химическим путем. Все эти органические кислоты содержат азот, что относит их к классу, которому дано название *аминокислоты*. Для химика название аминокислота указывает на определенный вид химического образования; для нас оно должно означать не более чем органическую кислоту, содержащую азот. Белки, находящиеся в нашем организме, столь же сложны, как и все существующие, и некоторые из них состоят из целых восемнадцати различных аминокислот. Те же восемнадцать кислот присутствуют в белках всех высших животных. Когда мы едим нежирную говядину или свинину, мы получаем точно такие же восемнадцать аминокислот, которые содержатся в наших собственных белках, но составлены они по-разному. Что нам нужно сделать с этими белками, так это расщепить их на аминокислоты, из которых они состоят, а затем снова соединить их вместе в комбинации, из которой состоит человеческий белок. Расщепление белков происходит в органах пищеварения; мы много говорили об этом в главе XV; то, что в той главе называлось продуктами переваривания белков, как мы теперь видим, является аминокислотами. Они попадают в кровоток, разносятся по организму к тканевым жидкостям и живыми клетками поглощаются для встраивания в человеческий белок. Точно то же самое происходит с любыми белками, которые мы употребляем в пищу.

Одно из больших различий между животным и растительным белками заключается в том, что процентное содержание разных аминокислот сильно отличается. Некоторые аминокислоты, составляющие значительную долю животного белка, очень скудно представлены в растительном белке. Чтобы производить человеческий белок, у нас должны быть не только все аминокислотные ингредиенты, но и каждого из них в достаточном количестве. При чисто вегетарианской диете, чтобы получать достаточное количество тех аминокислот, которые в скудном количестве присутствуют в растениях, мы должны употреблять в пищу большой избыток тех аминокислот, которых особенно много. В этом отношении растения как поставщики аминокислот менее экономичны, чем животные, потому что животные белки содержат примерно те же пропорции различных аминокислот, что и наши собственные белки человека. Конечно, как мы сразу увидим, теоретически каннибализм является наиболее экономичным способом получения белка; если бы мы ели человеческий белок, у нас было бы точно правильное соотношение различных аминокислот, и поэтому мы могли бы обходиться минимальным количеством. Это не следует интерпретировать как аргумент в пользу практики каннибализма среди людей, хотя мы также можем признать тот факт, что нет никаких физиологических или диетических причин избегать этой практики. У некоторых низших животных, особенно у крыс, каннибализм является обычной частью жизни. У крыс нет инстинкта запасаения пищи, как у белок и некоторых других видов животных. Когда пищи много, они размножаются очень быстро, а затем, когда пищи становится мало, более сильные питаются более слабыми. Во многом именно по этой причине так трудно бороться с антисанитарными и чрезвычайно дорогостоящими неприятностями от крыс.

Аминокислоты, которые циркулируют в кровотоке после каждого приема пищи, в первую очередь должны использоваться для восстановления потерь протоплазмы; также они служат для производства новой протоплазмы, при условии, что рост продолжается. Теоретически взрослый человек, у которого закончился весь его рост, за исключением кожи и одной или двух других второстепенных тканей, должен быть в состоянии обходиться только тем количеством белка, которое восполнит потери его протоплазмы. Поскольку белок является дорогостоящим продуктом питания, и его, вероятно, будет трудно достать в условиях дефицита, вопрос о том, сколько белка следует употреблять в пищу, имеет большое практическое значение. Есть несколько способов изучения этой проблемы; один из них заключается в фактическом изучении рационов питания, чтобы выяснить, сколько белка люди обычно употребляют в пищу; другой - в выяснении того, сколько составляет ежедневная потеря протоплазмы. Если потребляется не больше белка, чем необходимо для потери протоплазмы, то эти две цифры должны быть примерно одинаковыми. Способ выяснить, сколько происходит потерь протоплазмы, - это перейти на диету, которая

содержит большое количество крахмала и жиров для получения энергии, но не содержит белка или аминокислот. Когда человек сидит на такой диете, он знает, что ему не придется сжигать какие-либо собственные ткани, чтобы обеспечить себя энергией для метаболизма; какой бы распад протоплазмы ни происходил при такой диете, это естественное истощение организма, а не результат использования тканей в качестве топлива, как это имеет место при полном голодании. Отследить процесс разложения белка в организме довольно легко, потому что белок содержит азот, а азот почти полностью выделяется с продуктами жизнедеятельности, которые выводятся почками. Собирая мочу и анализируя ее на содержание азота, можно определить степень распада протоплазмы в организме при условии, что с пищей не поступали азотсодержащие соединения. В противном случае, конечно, нельзя было бы быть уверенным, что азот, появляющийся в моче, действительно образовался в результате потери протоплазмы. Дело в том, что когда человек среднего роста садится на диету, не содержащую белка, но достаточную в других отношениях, он ежедневно теряет из своего организма около унции белка. Это подтверждается наличием в моче такого количества азота, которое соответствует такому количеству белка. Тем временем человек может набирать или терять вес; если его потребление жиров, крахмалов и сахаров чрезмерно, у него может отложиться некоторое количество жира, и в этом случае он может набрать вес, несмотря на потерю части своей реальной живой протоплазмы. Однако обычно в экспериментах такого рода наблюдается устойчивая потеря веса, состоящая из одной унции белка и трех-четырех унций воды. Мы должны помнить, что живая протоплазма на три четверти или более состоит из воды, так что всякий раз, когда какая-либо протоплазма истощается, вместе с белком теряется и некоторое количество воды. Очень интересный факт, что потеря протоплазмы происходит постоянно со скоростью около унции в день, независимо от того, активен организм или неактивен; это означает, что потеря связана с основным метаболизмом, а не с функциональным метаболизмом. Первое происходит постоянно, днем и ночью, во сне и бодрствовании, и в связи с ним живая протоплазма демонстрирует это небольшое количество потерь. Функциональный метаболизм, по крайней мере в обычных условиях, не увеличивает количество. Говоря о теле как о машине, мы бы сказали, что оно ржавеет так же быстро, как изнашивается. Это одна из особенностей, которыми живая машина отличается от большинства механических устройств человеческого производства.

Хотя потеря белка из-за растрат составляет всего около унции в день, никто не может обойтись без диеты, которая содержит не более этого количества. Среднее ежедневное потребление взрослого человека в этой стране составляет от трех до четырех унций белка. Мы не должны забывать, что наш рацион состоит из мяса, хлеба, овощей, фруктов и т.д., которые представляют собой смеси белков с другими пищевыми материалами и с большим процентом воды, так что для получения трех-четырех унций белка нам приходится съедать в четыре-пять раз больше веса обычных продуктов. Было много споров о том, необходимо ли или даже желательно взрослым употреблять в пищу в три-четыре раза больше белка, чем требуется организму для восполнения его потерь. Решение должно будет частично зависеть от того, как организм использует излишки. Поскольку с незапамятных времен люди по привычке съедали каждый день этот большой излишек, очевидно, что они тратили впустую огромное количество хорошей пищи или же ей находили какое-то применение, даже если она не служила своей цели восстановления отходов жизнедеятельности организма. Излишки веществ присутствуют в организме в виде аминокислот, поскольку то, что клетки делают для восстановления своих потерь, заключается в том, чтобы извлечь из всего количества аминокислот в тканевых жидкостях столько, сколько им требуется для восполнения их потери. Оставшаяся смесь аминокислот станет отличным топливом при условии, что содержащийся в ней азот будет удален, а именно это и происходит в организме. Все аминокислоты, количество которых превышает количество, необходимое для восстановления тканей, разлагаются таким образом, что азот выводится в виде аммиака, а оставшееся вещество, представляющее собой крахмалоподобное соединение, соединяется с другими крахмалистыми продуктами и жирами, которые сжигаются в организме в качестве источника энергии. Мы не

знаем наверняка, какие ткани обладают способностью разлагать излишки аминокислот. В настоящее время считается, что все или почти все они способны на это, так что, поглощая из тканевых жидкостей определенные аминокислоты, которые им необходимы для восполнения собственных потерь, они поглощают также излишки, которые они разлагают, используя крахмалоподобную часть в качестве топлива и превращая аммиак обратно в жидкость организма в виде отходов.

Аммиак - очень ядовитое вещество, и он быстро отравляет организм, если ему позволено накапливаться в тканевых жидкостях. Это предотвращается действием печени по превращению ядовитого аммиака в безвредное вещество, известное как мочевины. Эта мочевины переносится кровотоком из печени в почки, где выводится и становится основным органическим веществом в моче. Чем больше белка человек съедает, тем больше в нем будет избыточных аминокислот, и, следовательно, тем больше мочевины будет образовываться и выводиться из организма. Плотоядные животные и люди (эскимосы, например, из последних) потребляют очень большой избыток белков, топливо для их метаболизма почти полностью обеспечивается либо за счет пригодных для использования остатков разложившихся аминокислот, либо за счет жиров, которые были в мясе, которое они ели. Некоторые люди были склонны считать, что производство такого большого количества аммиака и его последующее превращение в соответственно большое количество мочевины наносят вред здоровью. На самом деле, нет особых причин полагать, что это так; в обязанности печени входит превращать весь поступающий к ней аммиак в мочевины, а в обязанности почек - выводить всю поступающую к ней мочевины; пока эти органы здоровы, они способны эффективно выполнять эти функции, так что это, по-видимому, не является веской причиной для сокращения доли мяса в рационе. Принято считать, что мясо оказывает особое воздействие на нервную систему, например, провоцирует на жестокость и кровожадность. Нет реальных научных доказательств того, правда это или нет. Научным фактом является то, что человек приспособлен к смешанному питанию, не состоящему ни исключительно из мяса, ни исключительно вегетарианскому. Он прожил тысячи лет на такой диете и, по-видимому, может продолжать еще тысячи лет. Мы должны помнить, что различные диетические причуды, которые время от времени приобретают большую известность, редко основаны на хорошо зарекомендовавшем себя научном фундаменте и не имеют за собой какого-либо длительного опыта. С другой стороны, общая смешанная диета, которую все мы употребляем в соответствии с обычаями и требованиями наших appetites, получила одобрение тысячелетий успешного существования человеческой расы. Совершенно верно, что человек может придерживаться практически любой диеты при условии, что она содержит достаточно белка, чтобы восполнить ежедневные потери организма, и достаточно топливных материалов, чтобы удовлетворить потребности обмена веществ. Любой, кто склонен принять для себя диетическое пристрастие, редко серьезно страдает от него; с другой стороны, те, кто предпочитает питаться так, как питались наши предки, не должны испытывать угрызений совести из-за агитации против общепринятой диеты.

Возвращаясь к теме диеты, следует сказать несколько слов о кулинарии. В предыдущей главе подчеркивалось преимущество хорошей кулинарии как средства, способствующего пищеварению. Мы хотели бы добавить сюда лишь замечание о том, что, защищая диету предков, мы не собираемся подразумевать, что их кулинария всегда была такой, какой должна была быть. На большей части территории Америки со времен первопроходцев преобладала привычка жарить пищу, отдавая предпочтение другим способам ее приготовления. Наши выносливые предки-первопроходцы обожали жареное мясо; жизнь на свежем воздухе, полная мышечного труда, делает практически любую кулинарию приемлемой и усваиваемой. Поскольку трудосберегающие машины все больше и больше сокращают количество мышечной работы, которую выполняет большинство из нас, нам становится все труднее поддерживать хорошее пищеварение при употреблении жареной пищи. Возражение против жарки простое: жиры - самые трудные для переваривания продукты из всех, а жареные продукты с ног до головы смазаны жиром. Вполне

логично ожидать, что жареные продукты перевариваются труднее, чем другие виды; нельзя отрицать, что вкус многих жареных продуктов настолько приятен, что мы не захотели бы полностью исключать их из рациона. Что действительно вызывает возражения, так это практика смазывания всей пищи жиром в процессе ее приготовления.

Мы закончили то, что хотели сказать об использовании пищи для восполнения телесных потерь. Раз уж мы затронули эту тему, не лишним будет сказать несколько слов об использовании пищи для роста, поскольку процесс роста тесно связан с процессом восстановления тканей. Главное различие между ними заключается в том, что процесс роста заканчивается во всех тканях нашего тела, за исключением нескольких, как только мы становимся взрослыми. Ткани, которые продолжают расти, - это слои кожи непосредственно под поверхностью, репродуктивные ткани и ткани, образующие кровяные тельца. Соединительная ткань обладает способностью расти в любое время жизни, хотя на самом деле она не продолжает расти, как это делает кожа. Всякий раз, когда происходит травма, которая фактически разрушает мышечную ткань или глубокие слои кожи, не происходит роста новой ткани, которая могла бы заменить ни то, ни другое. Восстановление происходит за счет разрастания соединительной ткани, заполняющей пространство. Результатом является образование рубца. Если края травмы удастся свести достаточно умело, внешние слои кожи, которые обладают способностью к росту, могут перекинуться через пространство, так что рубца не останется.

Второе, что следует упомянуть о росте, - это открытие, которое привлекло большое внимание в последние годы; мы, конечно, понимаем, что главное в создании новой протоплазмы - это построение белка из аминокислот. Очевидно, что для производства нового белка все восемнадцать аминокислот должны присутствовать в достаточной пропорции, чтобы каждой было достаточно. В некоторых растительных белках отсутствует одна или две аминокислоты, которые присутствуют в белках человека, и когда растущее животное переходит на диету, в которой присутствуют только эти белки, оно сразу же прекращает рост. Большинство экспериментов, доказывающих это, были проведены на белых крысах, и было обнаружено, что можно более года поддерживать крысу в том размере, в каком она была, когда ей было всего несколько недель от роду, просто скармливая ей белки, в которых не хватало одной или двух аминокислот. Тот факт, что животное жило в течение этого времени, доказывает, что его протоплазматические потери были восполнены и, следовательно, существуют белки, которые могут заменить потери организма, но не могут производить новый белок. Из этого можно сделать только один вывод, а именно, что ежедневные потери, которым подвергается белок, включают в себя не все аминокислоты; некоторые аминокислоты, однажды встроенные, остаются там навсегда; другие, с другой стороны, постоянно теряются в процессе потери, и именно они должны быть заменены. Существует обычный белок, желатин, который широко используется в пищу, но который сам по себе не пригоден ни для восстановления, ни для роста, потому что в нем не только отсутствуют некоторые аминокислоты, содержащиеся в живой протоплазме, но и некоторые, которые теряются в процессе переработки. Следовательно, желатин полезен в пищу только в сочетании с другими белками, которые содержат необходимые аминокислоты; или после удаления азота он становится хорошим топливом.

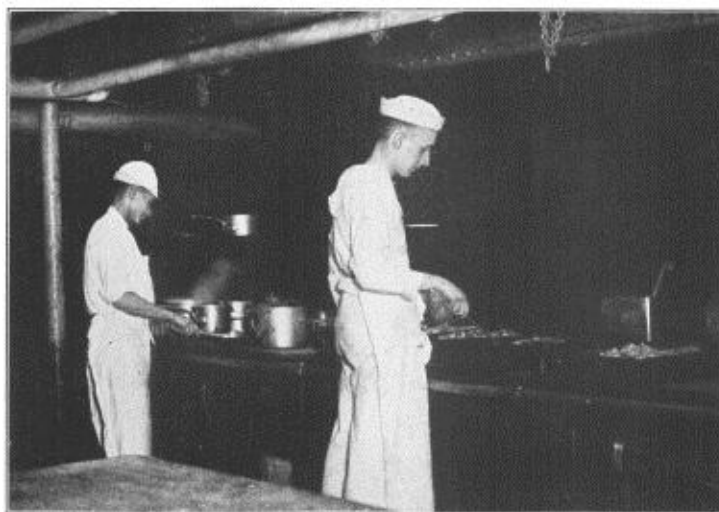
Один интересный вопрос, который был решен в ходе описанных выше экспериментов, заключался в том, является ли способность расти исключительно вопросом молодости; как мы знаем, в обычных условиях растут только молодые животные. Когда они достигают определенного возраста, они становятся зрелыми, и после этого никакого увеличения в размерах не происходит. В случае с этими белыми крысами, которых более года содержали в размерах частично выросших крыс, было обнаружено, что как только их рацион питания меняли на такой, в котором присутствовали все необходимые аминокислоты, они сразу начинали расти и вырастали до полного размера, когда прекращали расти точно так же, как в молодости. Это доказывает, что рост зависит не от возраста, а от достижения определенного размера и контролируется факторами, которые мы в настоящее время не понимаем. Животное, которое не смогло достичь полного роста из-за того, что ему было отказано в аминокислотах, необходимых для производства нового белка,

сохраняет способность к росту, так что, даже если оно уже давно вышло за пределы обычного возраста зрелости, оно может продолжать расти, как только будут предоставлены необходимые материалы.



Photo, Keystone View Co.

ОБЕДЕННЫЙ ПЕРЕРЫВ ВО ФРАНЦУЗСКОЙ ШКОЛЕ, ГДЕ НЕОБХОДИМЫ ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ, ЖИЗНЬ НА СВЕЖЕМ ВОЗДУХЕ, СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ И СВЕЖИЙ ВОЗДУХ



Авторское право, Пол томпсон

ДИЕТИЧЕСКАЯ КУХНЯ НА АМЕРИКАНСКОМ КОРАБЛЕ - ГОСПИТАЛЕ

О зависимости роста от определенных пищевых добавок говорилось в главе IV, и здесь нет необходимости повторяться.

Конечная цель употребления пищи - получение энергии для продолжения обмена веществ. Об этом много говорилось в предыдущей главе, но здесь необходимо подчеркнуть несколько дополнительных моментов. Энергия для метаболизма может поступать из любых пищевых продуктов; они присутствуют в кровотоке в виде сахара, жира или аминокислот. Минуту назад мы видели, что в случае с аминокислотами азот удаляется до того, как они будут готовы к

использованию в качестве топлива. После того, как это произошло, оставшаяся часть настолько похожа на сахар, что ее можно рассматривать как тот же материал, и мы будем рассматривать ее именно так. Затем мы должны следить только за двумя пищевыми веществами, сахаром и жиром, через их использование клетками организма. Сначала мы рассмотрим жир, поскольку о нем нам нечего сказать. Он попадает из пищеварительного тракта в кровоток в форме, известной как *эмульсия*; все это означает, что он расщепляется на очень мелкие частицы, которые удерживаются от слипания своего рода пленкой. Что касается жиров в крови, то, вероятно, эта пленка состоит из обычного мыла. В таком состоянии жир циркулирует в кровотоке до тех пор, пока не будет удален тканями и сожжен. В процессе такого сжигания, вероятно, образуются некоторые очень ядовитые вещества, но это происходит только тогда, когда большое количество жира сжигается само по себе. Если сахар присутствует и пригорает одновременно, то никакой опасности нет. Обычно в организме сахар присутствует всегда, но при определенном заболевании, диабете, о котором подробнее будет сказано позже, организм не способен сжигать сахар так хорошо, как это обычно происходит, и при таких обстоятельствах может произойти отравление продуктами сжигания жира. Фактически, это составляет серьезную опасность при диабете. Как мы все знаем, жиры важны главным образом как форма, в которой пища хранится в организме на случай возникновения потребности в будущем. Мы вернемся к тому, как организм делает это, после того, как поговорим об использовании сахара в качестве топлива.

Сахар - отличное топливо для организма. Примерно на две трети наша пища обычно состоит из крахмалистых веществ, которые при переваривании превращаются в сахар. Когда мы добавляем к этому сахароподобные остатки всей белковой пищи, которая фактически не используется для восстановления тканей, мы видим, что это вещество составляет большую часть материала, который переносится кровью к тканям. Этот материал обрабатывается в организме интересным способом, который зависит от любопытного факта, что, хотя сахар является наиболее важным топливом для живых клеток, они не переносят его присутствия в себе или в окружающих их жидкостях, за исключением очень небольших количеств. Сахар, как мы все знаем, хорошо растворим в воде, и для крови было бы вполне возможно растворить весь сахар, поступающий в нее из пищеварительного тракта, и просто переносить его в растворе, пока ткани не выведут его для своих нужд; но это означало бы, что сразу после каждого приема пищи процент сахара в крови поднимался бы до высокой отметки, от которой он постепенно снижался бы по мере выведения сахара, чтобы снова подняться после следующего приема пищи, когда всасывание начнется снова. На самом деле этого не происходит, потому что этому препятствует печень, которая выполняет самую важную из своих многочисленных функций - накапливает сахар, поступающий в кровь из пищеварительного тракта, и распределяет его понемногу по мере необходимости для клеток организма. Ранее, в главе о пищеварении, мы видели, что вся кровь, проходящая через кишечный тракт, собирается воротной веной и проходит через капилляры печени. Именно во время этого прохождения через печень сахар выводится из крови и накапливается в виде менее легко растворимого вещества, известного как животный крахмал или *гликоген*. Клетки печени обладают способностью преобразовывать сахар в гликоген, и они делают это всякий раз, когда количество сахара в крови, проходящей через них, превышает очень небольшое количество, которое подходит для клеток организма. Кровь, выходящая из печени, содержит в себе лишь этот небольшой процент. Клетки печени обладают способностью превращать гликоген обратно в сахар, и это они делают всякий раз, когда в поступающей к ним крови его не хватает, так что кровь, выходящая из печени, как правило, всегда содержит одинаковое количество сахара. Всякий раз, когда его поступает больше, происходит превращение сахара в гликоген; всякий раз, когда его поступает меньше, происходит обратное превращение гликогена в сахар.

Защита клеток организма от избытка сахара в окружающих их жидкостях настолько важна, что почки предотвращают чрезмерное накопление; это происходит путем выведения из крови и с мочой любого сахара, который может содержаться в крови сверх того небольшого количества, которое способны выдержать ткани. Таким образом, мы видим, что если бы печень не выполняла

свою функцию преобразования сахара в гликоген, нам пришлось бы полностью изменить наши пищевые привычки, принимая только немного пищи за раз вместо того, чтобы есть ее в три приема, поскольку в противном случае большая часть нашей пищи была бы потрачена впустую, выходясь из почек так же быстро, как она поступала в кровь из органов пищеварения. Способность печени превращать сахар в гликоген ограничена. Если количество жидкости в воротной вене в какой-либо момент превысит определенную цифру, не все будет спасено: часть попадет в кровоток, и поскольку это увеличит процент, почка вступает в действие и выводит ее. Для того чтобы это произошло, в тонком кишечнике должно быть очень большое количество переваренного сахара, что приводит к быстрому всасыванию. Поскольку некоторые крахмалистые продукты перевариваются легче, чем другие, некоторые диеты с большей вероятностью приведут к появлению сахара в моче, чем другие. Некоторые из наших обычных продуктов, особенно мед и кукурузный сироп, состоят в основном из того вида сахара, который использует организм. Они вообще не требуют переваривания, но готовы к усвоению, как только попадают в тонкий кишечник. Естественно, если их употреблять в любом количестве, они, скорее всего, наполняют печень сахаром сверх того количества, которое она может преобразовать в гликоген. Обычный столовый сахар и молочный сахар должны быть переварены до того, как они усвоятся, и поэтому у них меньше шансов затопить печень. Однако верно, что любой из них, если принимать его в очень больших количествах, может вызвать это. Переваривание крахмала происходит гораздо медленнее и поэтому усваивается более постепенно, и сомнительно, чтобы печень когда-либо насыщалась крахмальной диетой. Поскольку наличие сахара в моче является распространенным признаком диабета, необходимо знать, что его возникновение может быть вызвано другими состояниями. Очевидно, что, как и в случае с обследованием для страхования жизни, совершенно здоровому человеку могло бы быть отказано из-за присутствия сахара в его моче, если бы обследующий врач не знал об этой другой возможности и не остерегался ее.

Печень обычно превращает гликоген обратно в сахар именно со скоростью, необходимой для поддержания его количества в крови постоянным. Это означает, что когда происходит функциональный метаболизм, гликоген превращается в сахар быстрее, чем когда организм спокоен. Одно из очень интересных открытий последних лет заключается в том, что во время сильного возбуждения, приводящего к выбросу адреналина в кровь, скорость превращения гликогена в сахар значительно увеличивается, так что вместо обычного небольшого количества в крови присутствует большая концентрация сахара. Очевидно, что это выгодно для обеспечения достаточного снабжения мышц топливом во время чрезвычайной ситуации. Это расточительно, поскольку большая часть избыточного сахара выводится почками. Проиллюстрирован тот факт, что при упорядочивании функций организма для реагирования на чрезвычайную ситуацию упускается из виду экономия.

В дополнение к этим здоровым состояниям, при которых в моче может появляться сахар, существует заболевание диабет, при котором наличие сахара в моче является заметным симптомом. При диабете происходит серьезное нарушение всего механизма снабжения топливом; печень не выполняет свою функцию превращения сахара в гликоген и гликогена обратно в сахар так идеально, как следовало бы, и, что гораздо важнее, мышцы, которые являются основными потребителями сахара в качестве топлива, не могут использовать сахар каким-либо образом, как обычно. На самом деле в тяжелых случаях они, по-видимому, почти полностью неспособны использовать сахар в качестве топлива. Поскольку белок, из которого был удален азот, в этом отношении ассоциируется с сахаром, мышцы возвращаются к жиру как к своему единственному источнику топлива, и это ставит организм перед уже упомянутой опасностью, заключающейся в том, что при сжигании жира, когда сахара сжигается мало или вообще не сжигается, вместе с ним могут образовываться очень ядовитые продукты. Медицинские исследователи посвятили огромное количество труда попыткам найти диету, которая могла бы успешно применяться диабетиками. Крахмалы и, почти в равной степени, белки бесполезны, потому что они просто наводняют ткани сахаром, создавая неблагоприятную среду для клеток и заставляя почки

избавляться от излишков. Жиры опасны по только что указанной причине. Совсем недавно был достигнут реальный прогресс благодаря открытию того, что, когда организм питается собственными тканями, не происходит ни накопления сахара в жидкостях организма, ни его выведения из почек. Тот, кого морили голодом, живет за счет своих собственных тканей, и поэтому, просто моря диабетика голодом, можно облегчить его симптомы. Само по себе это не очень многообещающий способ, поскольку, очевидно, без пищи человек не может прожить очень долго. Смысл лечения заключается в том, что после того, как голодание продолжится до тех пор, пока организм фактически не начнет питаться собственными тканями, можно начинать осторожно вводить белки, пока мало-помалу не будет установлена белковая диета, в которой практически нет признаков избытка сахара. Другими словами, кажется, что когда организм вынужден питаться собственными тканями, он эффективно использует белки и затем будет продолжать эффективно использовать их, когда они будут поступать в него с пищей.

В предыдущем разделе главы мы говорили о количестве белка, которое требуется организму; теперь мы должны рассмотреть вопрос о количестве продуктов, содержащих энергию. Очевидно, что их количество зависит от интенсивности метаболизма; общий метаболизм состоит из основного метаболизма, который является устойчивым, мало изменяющимся изо дня в день, плюс функционального метаболизма, который зависит от того, насколько активно работает организм. Основным функциональным метаболизмом является метаболизм мышц, и он меняется изо дня в день. В случае с детьми происходит дополнительный метаболизм роста, для которого требуется энергия и для которого необходимо употреблять пищу. Чтобы разумно рассуждать о пользе продуктов для обмена веществ, мы должны иметь слово, с помощью которого можно было бы выразить определенное их количество. Слово, которое мы используем для этого, - "калорийность". В первую очередь это слово обозначает определенное количество энергии в форме тепла; поскольку один вид энергии может быть преобразован в другой вид без изменения фактической энергетической ценности, мы можем использовать это слово как меру всех видов энергии, и это вошло в обычай. Калория как единица энергии на самом деле означает количество энергии в виде тепла, необходимое для повышения температуры 1000 граммов воды на 1 градус по Цельсию. Мы можем перевести это на более знакомые термины, заявив, что это почти точно равно количеству энергии, необходимому для подъема груза весом 300 фунтов на высоту 10 футов, или 30 фунтов на высоту 100 футов, или любой другой комбинации веса в фунтах, умноженного на расстояние в футах, которое составляет 3000.

Общий метаболизм, как мы уже говорили минуту назад, сильно меняется изо дня в день, потому что степень, в которой мы используем наши мышцы, очень разная. Основной метаболизм очень устойчив, и функциональный метаболизм жизненно важных процессов, таких как дыхание, сердцебиение, и т.д., также довольно устойчив, так что метаболизм у того, кто не использует свои мышцы, довольно равномерен. Конечно, у крупных людей она отличается от маленькой, хотя, как ни странно, разница пропорциональна не весу, а поверхности тела. Вот только почему это так, мы не знаем. Средний показатель общего метаболизма отдыхающего человека составляет около 1900 калорий в день; сюда входят движения, необходимые для приема пищи, поскольку жизнь не может продолжаться бесконечно без совершения этих движений, но предполагает, что со всеми другими видами деятельности покончено. Эта цифра, как мы уже говорили минуту назад, остается довольно стабильной изо дня в день. Чтобы определить общий метаболизм за любой день, нам нужно просто добавить к нему показатель расхода энергии при использовании мышц, который будет варьироваться в зависимости от объема выполняемой работы. Вычисляя это, мы должны считаться с тем фактом, что мышцы, подобно другим машинам, работают с так называемой в технике низкой эффективностью; под этим мы подразумеваем, что количество энергии, которое может быть выделено в виде полезной работы, меньше, чем энергия, которая фактически потребляется; происходит пустая трата энергии, которая принимает форму тепла. Наши мышцы при обычных обстоятельствах эффективны примерно на двадцать процентов, а это означает, что на каждую калорийность фактической мышечной работы, которую мы выполняем, расходуется

топливо в размере пяти калорий; энергия четырех потраченных калорий переходит в форму тепла, и все мы знаем по опыту, что количество тепла, вырабатываемого таким образом внутри нашего тела, очень быстро согревает нас, когда мы активно используем наши мышцы.

Фактическая мышечная нагрузка, выполняемая за день отдельными людьми, варьируется от почти нулевой в случае инвалидов, прикованных к постели, примерно на сорок калорий для человека с явно сидячим образом жизни и примерно на 120 калорий для среднего служащего или профессионала до от 300 до 400 калорий в случае работников физического труда. Эти цифры относятся к фактически выполненной мышечной работе; чтобы получить расход энергии, мы должны умножить каждую из них на пять из-за неэффективности мышц. Если мы сделаем это, а затем добавим к каждому продукту постоянную цифру в 1900 для метаболизма в состоянии покоя, мы получим, что общий метаболизм человека, ведущего сидячий образ жизни, составляет в среднем около 2100 калорий; для среднего служащего или профессионала - 2500 калорий, для работников физического труда - от 3200 до 4000 калорий. Конечно, отдельные люди могут превысить даже эти последние показатели. Считается, что спортсмены, участвующие в экстремальных соревнованиях, таких как, например, шестидневная велогонка, могут высвобождать энергию в размере 10 000 калорий в день, хотя они, вероятно, не смогут поддерживать этот уровень достаточно долго, чтобы сделать такое количество за один день.

Для удовлетворения потребностей обмена веществ употребляемая пища должна давать соответствующее количество энергии. Если этого не происходит, будет израсходовано достаточное количество тканей для восполнения дефицита. Из них в первую очередь следует использовать запасенный в печени гликоген и, во вторую очередь, жировые отложения. Только когда дефицит настолько велик, что все они израсходованы, сама протоплазма начинает использоваться в качестве источника топлива. Это происходит в случаях длительного голодания, и интересно отметить, что в данном случае ткани, на которые воздействуют, - это мышцы. Когда человек истощается в результате голодания, поначалу серьезные потери несут только мышцы; остальная часть тела питается за их счет. В этом процессе мышечные клетки фактически не разрушаются — очевидно, каждая из них может пожертвовать небольшим количеством своей протоплазмы, не повредив себя; полученный таким образом материал преобразуется в аминокислоты, и из большинства из них удаляется азот, оставляя топливный материал, который может сжигаться в клетках по всему телу для поддержания их жизнедеятельности. Только после крайнего истощения, когда мышцы больше не могут отдавать свое вещество, не подвергаясь разрушению, другие ткани начинают серьезно истощаться. Это объясняет, почему мозг голодающего человека остается ясным почти до конца.

Если съедается избыток пищи, превышающий энергетические потребности, печень будет запасать ее в форме гликогена, насколько это возможно; но если этого будет недостаточно, избыток будет преобразован в жир и сохранен в организме в так называемых жировых тканях. Они расположены в различных областях, одна из наиболее важных находится непосредственно под кожей. Именно насыщение их жиром приводит к увеличению тела полных людей. Мы не знаем точно, как образуется жир; мы знаем, что это не обычный пищевой жир, который был просто перенесен в эти ткани и отложился там. Существует множество доказательств того, что организм может вырабатывать жир, даже если его нет в рационе. Пасущиеся коровы, которые не получают никакого жира, производят молоко с нормальным процентным содержанием жира в виде сливок, и делают это изо дня в день, показывая, что жир, вырабатываемый организмом, не должен поступать из жира, содержащегося в пище. Поскольку жир в организме обычно представляет собой запас топлива на случай будущих потребностей, мы обычно думаем о нем как о производимом всякий раз, когда временного запаса в виде гликогена становится недостаточно, чтобы позаботиться о избытке пищи, превышающем количество, потребляемое для поддержания обмена веществ. Поскольку подавляющее большинство людей не набирают и не теряют вес, количество пищи, которую они принимают каждый день, должно сбалансировать средний метаболизм. Это интересно, потому что количество съедаемой пищи регулируется главным

образом чувством голода, или голодом и аппетитом вместе взятыми, и замечательно, что они заставляют нас употреблять в пищу именно то количество пищи, которого требует наш метаболизм. Чтобы мы могли получить некоторое представление о том, сколько энергии содержится в наших обычных продуктах, ниже приведена таблица. Цифры отражают количество калорий в фунте пищевых продуктов, купленных на рынке. В большинстве овощей и мяса при приготовлении к столу потери составляют около десяти процентов, а в случае мяса - около десяти процентов костей. Эти цифры были подготовлены официальными лицами правительства Соединенных Штатов при организации питания для армии.

Калорий на единицу веса, чем купленные

яблоки, свежие	219
бекон	2,979
бананы	298
бобы, сушеные	1,603
говядины, свежие	1,009
хлеб	1,300
масло	3,478
капуста	124
сельдерея	70
сыром, американских	1,948
шоколад	2,858
яйца	614
рыбы, лосося, консервы	679
рыба, свежие	368
муки	1,651
салом и заменители	4,218
молоко	302
свинина, соль	2,948
картофель, белый	311
рис	1,631
сахара	1,860
помидоры	106

Очень немногие из наших пищевых продуктов состоят исключительно из одного вида материала; то есть они не состоят исключительно из белка, или исключительно из жира, или исключительно из соединений сахара или крахмала. Большинство овощей представляют собой смеси крахмала с белком, фрукты представляют собой смеси крахмала и сахара с небольшим содержанием белка, и фрукты, и овощи содержат так много воды, что их фактическая топливная ценность на фунт невелика. Мясо - это смесь белков с жирами. Молоко - это смесь белков, сахара и жира. Столовый сахар и сливочное масло настолько же близки к чистым несмешанным пищевым продуктам, как и все, что мы обычно едим. В предыдущей части главы мы видели, что около двух третей нашего обычного рациона состоит из крахмала или крахмалоподобных материалов. Эта цифра указана не в весе материала, а в энергетической ценности. Это означает, что около двух третей энергии для нашего метаболизма поступает из крахмала и сахара, которые

мы употребляем в пищу; другая треть делится между жиром и белком в пропорции примерно два к одному. Энергия, которую мы получаем из жира, примерно вдвое превышает ту, которую мы получаем из белка — поскольку данный вес жира имеет примерно вдвое большую энергетическую ценность, чем тот же вес белка, — фактически мы потребляем примерно такое же количество белка, что и жира. Общий вес крахмала и сахара в четыре-пять раз превышает вес белка. Это, конечно, средние цифры, отражающие не то, что мы едим за какой-то один прием пищи, а то, как распределяются продукты в нашем рационе в целом. Там, где питание должно планироваться в больших масштабах, как, например, в армиях или учреждениях, где лица, принимающие пищу, не имеют большого выбора в ее выборе, необходимо, чтобы рационы питания были составлены таким образом, чтобы давать необходимое количество продуктов, а также подавать их примерно в правильных пропорциях. Специалисты по диетологии, отвечающие за эти вопросы, делают это с помощью таблиц, аналогичных приведенным выше. При организации домашнего питания, хотя обычно выбор продуктов определяется состоянием рынков, предпочтениями различных членов семьи и способностями повара, удивительно, насколько точно результат в долгосрочной перспективе будет соответствовать приведенным здесь цифрам. Большинство из нас, без каких-либо усилий с нашей стороны, придерживаются диеты, которая составляет неделю за неделей примерно в приведенных здесь пропорциях. Опыт нас самих и всех наших предков показывает, что это правильные пропорции для человеческой расы.

До сих пор, говоря об обмене веществ, мы говорили так, как если бы метаболизм организма в состоянии покоя был примерно одинаковым изо дня в день, независимо от условий. В основном это верно для здоровых людей; есть одно состояние, которое может вызвать изменение метаболизма здоровья в состоянии покоя, о котором необходимо упомянуть, и одно или два, подпадающих под категорию заболеваний, о которых также следует кое-что сказать. Изменение метаболизма в состоянии покоя, которое происходит в здоровом состоянии, наблюдается, когда в рационе содержится особенно большой процент белка. По какой-то причине, которую мы не понимаем, переваривание, всасывание и утилизация белка стимулируют метаболизм в состоянии покоя, так что во время использования этого белка метаболизм выше, чем в другое время. Любопытно то, что ускорения метаболизма недостаточно только для того, чтобы позаботиться о самом белке, но и для того, чтобы заставить сахара или даже жиры сжигаться быстрее, чем обычно. Этот факт используется при лечении для уменьшения количества мяса; когда человек налегает на мясо, очевидно, что было съедено больше пищи, чем требовалось для метаболизма, так что излишки откладывались в виде жира. Единственный способ снизить вес - заставить организм сжигать накопленный жир. Теоретически самый простой способ добиться этого - просто поголодать. Если голодание сочетать с очень интенсивными физическими упражнениями, снижение веса неизбежно будет быстрым, поскольку обмен веществ не может осуществляться без топлива, а если топлива в виде пищи поступает недостаточно, организму придется его добывать, и запасенный жир - это то место, откуда он будет взят. К сожалению, теоретически это гораздо проще, чем на практике. Значительный дискомфорт, а иногда и нарушение здоровья являются результатом слишком решительных усилий по снижению веса с помощью голодания. Это вполне реально сделать, приняв и придерживаясь практики никогда не есть досыта. Это совершенно успешный метод, но для его осуществления требуется большая сила воли. Вероятно, самый простой способ снизить вес - это сочетать самоотречение с диетой, состоящей в основном из белка. Таким образом достигается стимулирующий эффект на обмен веществ, и результатом будет постепенное сжигание жира в организме. Выбор диеты, подходящей для любого конкретного человека, лучше всего осуществлять под руководством компетентного врача, поскольку при выборе среди различных продуктов питания тех, которые лучше всего подходят для данной цели, необходимо учитывать личные особенности.

Изменения в метаболизме в состоянии покоя, которые подпадают под категорию заболеваний, - это, во-первых, усиление метаболизма при лихорадке, о котором мы подробно поговорим в следующей главе, и, во-вторых, изменения в метаболизме, которые являются результатом

изменений в активности щитовидной железы. Щитовидная железа - это орган, расположенный в передней части шеи; когда она увеличена, как это бывает у некоторых людей, у нас возникает заболевание, известное как зоб. Теперь известно, что эта железа вырабатывает и выбрасывает в кровь гормон, который является регулятором обмена веществ. Когда он вырабатывается в нормальных количествах, обмен веществ идет со скоростью, которую мы наблюдаем у здоровых людей. Если железа неактивна и не выделяет достаточное количество гормона, происходит снижение метаболизма. Поскольку это подразумевает снижение энергии жизненных процессов, мы могли бы ожидать, что это окажет важное воздействие. Наиболее выраженные из них находятся в нервной системе. Лица, у которых щитовидная железа относительно неактивна, умственно вялые; чем менее активна железа, тем более выражена эта вялость, и в случае практически полного отсутствия гормона состояние приравнивается к идиотизму. Иногда ребенок рождается без активной щитовидной железы; этот ребенок обречен на всю жизнь, если не будет обеспечена искусственная помощь, не только на полный идиотизм, но и на все другие последствия пониженного обмена веществ; они проявляются в карликовости и деформированном теле. Одним из выдающихся и полезных открытий медицины сравнительно недавних лет стало то, что экстракты щитовидной железы мясных животных, употребляемые в пищу людьми, чьи собственные щитовидные железы недостаточно активны, восполняют недостаток, и поэтому их можно восстановить до нормального состояния. Сегодня живо много людей, которые во всех отношениях нормальны, но если бы они прекратили прием экстракта щитовидной железы, то быстро впали бы в идиотическое состояние.

Щитовидная железа иногда может становиться как гиперактивной, так и недостаточно активной; когда происходит первое, мы наблюдаем усиление метаболизма в состоянии покоя и группу симптомов, которые указывают, насколько это касается нервной системы, на состояние перевозбуждения. К сожалению, это означает не исключительную умственную силу, а скорее психическую нестабильность. Жертвы этого состояния исключительно быстро нервничают, но они быстро обижаются и их быстро беспокоят всевозможные состояния. Если гиперактивность железы становится слишком выраженной, это приводит к психической нестабильности или даже выраженному помешательству. Еще одним фактом повышенного метаболизма является то, что для его продолжения необходимо употреблять большое количество пищи. Люди, страдающие гиперактивностью щитовидной железы, едят ненасытно, но, несмотря на это, остаются худыми или даже истощенными. У них учащенное сердцебиение, высокое кровяное давление и другие симптомы, указывающие на слишком большую активность железы. Успешное лечение этого состояния зависит от хирургического удаления достаточного количества щитовидной железы, чтобы уменьшить выработку гормона до нормального уровня. Этот подвиг в настоящее время успешно выполняется нашими самыми искусными хирургами, и результатом стало восстановление здоровья и счастья большого числа людей, чьи жизни стали несчастными не по их собственной вине, а потому, что их щитовидная железа стала чрезмерно активной. Мы не знаем, как контролируется сама щитовидная железа; очевидно, есть что-то, что заставляет ее у подавляющего большинства из нас вырабатывать свой гормон с такой скоростью, которая поддерживает метаболизм на стабильном уровне, который мы рассматриваем как уровень здоровья. Недостаточность щитовидной железы, по крайней мере в некоторых случаях, передается по наследству. Чрезмерная активность щитовидной железы, по-видимому, является скорее вторичным результатом какого-то предшествующего нарушения нервной системы, но об этом мы не можем сказать с уверенностью.

ГЛАВА XIX

СОХРАНЯТЬ ТЕПЛО ЗИМОЙ И ПРОХЛАДУ ЛЕТОМ

АМНОГОЕ из того, что было сказано до сих пор в книге, применимо почти ко всем видам животных примерно так же, как и к человеку. Теперь мы должны рассмотреть особенность, присущую только двум большим группам животного царства — птицам и четвероногим животным, которым дано название млекопитающих. Эту особенность обычно называют теплокровностью. Что мы на самом деле имеем в виду, когда говорим, что животное теплокровное, так это то, что температура его тела примерно одинакова летом и зимой, изо дня в день. Животное, которое мы называем хладнокровным, с другой стороны, остывает, когда находится в холодном месте, но становится теплым, когда находится в теплом месте. Поэтому он имеет очень изменчивую температуру по сравнению с почти постоянной температурой теплокровных животных. Поддержание теплокровного состояния, что на самом деле означает поддержание постоянной температуры, предполагает только одно, а именно то, что количество тепла, теряемого организмом, должно точно уравновешивать количество тепла, вырабатываемого в нем. Если вырабатывается больше тепла, чем теряется, температура должна повышаться; если теряется больше тепла, чем вырабатывается, температура должна падать. Это простые физические факты, которые применимы как к телу животного, так и к любому другому источнику тепла.

Все животные вырабатывают тепло, потому что у всех них происходит метаболизм, а это значит, что у всех них высвобождается энергия, и это один из фундаментальных законов физики, согласно которому всякий раз, когда высвобождается какая-либо энергия, вся она, которая не принимает какую-либо другую определенную форму, обязательно проявляется в виде тепла. Другими возможными формами, которые может принимать высвобождение энергии из организма, являются химическая энергия при производстве различных материалов и энергия движения. Всякий раз, когда происходит любой из этих процессов, при этом выделяется большое количество тепла; это означает, с точки зрения механики, как мы уже видели, что тело является неэффективной машиной; если бы оно было абсолютно эффективным, вся высвобождаемая им энергия могла бы пойти либо на движение, либо на изготовление материалов, и ничего не осталось бы в виде тепла; но поскольку эффективность составляет всего 20 процентов, четыре пятых всей выделяемой энергии фактически принимает форму тепла. Хотя это явная неэффективность с механической точки зрения, с точки зрения благополучия организма это ни в коем случае не плохо, поскольку именно это постоянное выделение тепла делает возможным поддержание у птиц и млекопитающих постоянной и довольно высокой температуры. То, что для тела очень полезно все время находиться в тепле, становится ясно, когда мы сравниваем возможности нашей жизни с возможностями хладнокровных животных, таких как насекомые или лягушки. Всякий раз, когда погода становится прохладнее, они неизбежно становятся неактивными, поскольку, как мы видели в третьей главе, когда протоплазма охлаждается, ее метаболизм обязательно замедляется, и когда охлаждение достигает определенной точки, протоплазма становится полностью неактивна. Температура $98\frac{1}{2}$ градусов по Фаренгейту, которую поддерживает наш организм, - это температура, которая очень хорошо подходит для активного обмена веществ; поддерживая эту температуру круглый год, они могут проявлять этот обмен веществ постоянно, а не только летом, как в случае с хладнокровными животными.

Как мы уже говорили минуту назад, поддержание постоянной температуры - это в целом вопрос превращения потери теплового баланса в производство тепла; производство тепла - это в целом вопрос метаболизма; практически весь метаболизм в состоянии покоя принимает форму тепла, поскольку, по-видимому, расход энергии на поддержание жизнедеятельности протоплазмы чрезвычайно расточителен; почти вся фактически высвобождаемая энергия принимает форму тепла, почти ничего из нее не используется в реальном производстве материала. Это, как уже было

сказано, очень постоянный метаболизм; функциональный метаболизм, с другой стороны, чрезвычайно изменчив в зависимости от того, насколько интенсивно мы используем наши мышцы; общее количество тепла, вырабатываемого из часа в час, едва ли всегда одинаково, за исключением того, когда мы спим; это означает, что потеря тепла, которая должна уравновешивать выработку тепла, должна изменяться из часа в час точно параллельно последнему. У птиц и всех млекопитающих, за исключением человека, регулирование теплопотерь в зависимости от выработки тепла происходит почти полностью автоматически; животное или птица очень мало делает для его контроля. Однако мы видим несколько примеров усилий со стороны животных либо для предотвращения слишком быстрой потери тепла, либо для того, чтобы способствовать его более быстрой потере. Таким образом, в холодный день кошка или собака склонны лежать, свернувшись калачиком или поджав под себя лапы; с другой стороны, в очень теплый день она будет лежать, максимально вытянувшись, а в случае собаки - высунув язык на всю длину. Иногда можно увидеть птиц с взъерошенными перьями, очевидно, в попытке согреться. И птицы, и млекопитающие ищут защищенные места для сна, где они будут как можно меньше подвергаться воздействию холодных ветров или дождей. У человека автоматическая регулировка теплопотерь в зависимости от выработки тепла очень несовершенна, фактически, это позволило бы мужчинам жить обнаженными только в тропиках. Это правда, что за пределами арктических регионов мужчины могли бы ходить голыми и при этом очень энергичными физическими упражнениями уравнивать выработку тепла с потерей тепла в часы бодрствования, но в часы сна потеря тепла наверняка была бы намного быстрее, чем его выработка, и поэтому в суровую погоду температура тела упала бы настолько, что это привело бы к смерти. Таким образом, человек поддерживает себя за пределами тропиков, используя искусственные средства для поддержания баланса между производством тепла и его потерей; они бывают трех видов: во-первых, использование одежды, во-вторых, использование укрытия и, в-третьих, использование искусственного тепла. Это действительно очень любопытный факт, если задуматься об этом, что, хотя многие животные наслаждаются искусственным теплом и с радостью греются в нем, когда появляется возможность, ни одно животное никогда не открывало того простого факта, что подбрасывание веток в огонь поддерживает его огонь, и поэтому ни одно животное, за исключением человека, никогда по-настоящему не использовало искусственное тепло. Когда мы думаем, что прогресс человеческой цивилизации был достигнут полностью в тех частях земли, где одежда, кров и огонь необходимы для человеческого существования, мы осознаем, что они, вместо того чтобы быть простыми эпизодами нашей жизни, на самом деле лежат в самой основе прогресса. Безволосый человек, очевидно, является тропическим животным; если бы он не изобрел средств к существованию за пределами тропиков, нет никаких оснований предполагать, что он вел бы себя иначе, чем дикари, населяющие эти регионы в настоящее время.

Одежда, укрытие и огонь - все это предохраняет нас от слишком быстрой потери тепла и поэтому имеет огромную ценность в прохладную погоду; мы также можем добиться увеличения выработки тепла в холодную погоду, и мы это делаем, частично за счет более активных физических упражнений, частично за счет увеличения количества белка в рационе и, таким образом, задействуя стимулирующее действие этого вещества на обмен веществ. Последнее, пожалуй, наиболее ярко проявляется в опыте эскимосов; когда кто-либо из них возвращается с охоты в разгар зимы сильно продрогшим, он почти не останавливается, чтобы согреться, а с величайшей поспешностью проглатывает огромное количество мяса, которое едва оттаяло, по-настоящему не приготовлено в нашем смысле этого слова; на самом деле, часто мясо, которое едят, настолько холодное, что эскимос становится еще холоднее, чем раньше; однако, как только начинается переваривание и усвоение, так что может начаться стимуляция обмена веществ, происходит быстрое производство белка. тепло в теле разогревает его до такой степени, что достигается полный комфорт.

У нас нет других способов увеличить выработку тепла в нашем организме, кроме как с помощью мышечных упражнений или употребления белка. Интересно, однако, отметить, что

существует форма произвольных мышечных упражнений, которая вступает в игру, когда нам нужно произвести больше тепла, чтобы уравновесить слишком быструю потерю; это произвольное мышечное действие представляет собой знакомую дрожь, которая возникает, когда нам холодно. Это рефлекс в строгом смысле этого слова, то есть воздействие холода на кожу вызывает нервные расстройства, которые передаются мышцам в различных частях тела и вызывают у них резкие движения, которые мы называем дрожью. Функциональный метаболизм при ознобе намного сильнее, чем мы могли бы на первый взгляд предположить, и выработка тепла происходит соответственно быстро. На самом деле, если тот, кто чувствует склонность к дрожи, поощряет ее вместо того, чтобы пытаться удержаться от этого, он очень быстро произведет в своем теле достаточно тепла, чтобы у него больше не было склонности к дрожи.

Выше мы рассмотрели различные способы выработки тепла в организме и искусственные средства, которые мы используем, чтобы предотвратить слишком быструю потерю тепла. Ясно, что все это составляет то, что мы могли бы назвать грубой корректировкой. В целом они, как правило, заставляют вырабатывать тепло быстрее, когда требуется больше, или предотвращают слишком быструю потерю, когда для этого существуют определенные условия. Ничто из того, что еще было сказано, не учитывает точную регулировку, то есть фактическое поддержание от момента к моменту баланса потерь тепла с производством тепла. Эта точная настройка происходит чисто автоматически и осуществляется в нас двумя различными способами. Первый из них заключается в автоматическом регулировании количества крови, протекающей через кожу, и, следовательно, в определенных пределах температуры кожи. Очевидно, что если кожа теплая, то тепло будет отдаваться от нее быстрее, чем если она прохладная; состояние, при котором баланс нарушается из-за неспособности организма терять тепло достаточно быстро, может быть исправлено, по крайней мере частично, за счет того, что кожа становится теплее и, следовательно, выделяется больше тепла. Механизмом регулирования количества крови, текущей через кожу, является сосудодвигательная система, о которой уже много говорилось. Эта система работает рефлекторно, воздействие холода на кожу имеет тенденцию уменьшать приток крови через нее, сокращая кровеносные сосуды, в то время как воздействие тепла на кожу оказывает прямо противоположный эффект, вызывая покраснение кровеносных сосудов и ускорение кровотока. Это правда, что при сильном морозе происходит покраснение открытых участков кожи, что мы все часто наблюдаем на носу или ушах, но это чисто местный эффект и не означает, что кровь течет по области достаточно быстро, чтобы поддерживать ее температуру и таким образом способствовать потере тепла. Эти изменения количества крови в коже очень эффективны для тонкой регуляции теплопотерь. Организм может гораздо эффективнее отводить тепло, когда кожа покраснела, чем когда она бледная. Однако есть пределы полезности этого способа. Даже когда кожа максимально бледная, она все равно остается теплой, а в холодный день продолжает терять тепло быстрее, чем хотелось бы. Именно для предотвращения этого используется одежда. Одежда действует на людей так же, как мех на животных. Она создает непроводящий слой между кожей и внешней поверхностью. Этот непроводящий слой нагревается до температуры тела и таким образом препятствует отводу тепла. Фактический непроводящий материал - это воздух, который задерживается в сетках ткани или, в случае пушных зверей, между различными прядями меха. Эффективность одежды в плане сохранения тепла полностью зависит от того, в какой степени она задерживает воздух в своих сетках. В этом отношении шерсть является наиболее эффективной из всех тканей, за ней следуют хлопок, шелк и лен, обладающие очень низкой эффективностью. Это объясняет, почему для зимней одежды предпочитают шерсть, а для летней - лен и шелк.

Температура тела в целом, как мы видели, составляет около $98\frac{1}{2}$ градусов по Фаренгейту; эта цифра представляет максимальную температуру, которой может достичь кожа, даже когда она покраснела до предела. В теплую летнюю погоду температура воздуха часто поднимается до или даже выше этой отметки, и очевидно, что при таких обстоятельствах тело не может отдавать тепло непосредственно от себя окружающему воздуху, и никакое покраснение кожи не позволит ему сделать это. Именно при таких обстоятельствах в игру вступает второй метод избавления от

высокой температуры, а именно испарение пота. Мы говорили о потовых железах в предыдущей главе, но пока оставили их действие и описание кожи, в которой они находятся.

Кожа служит ряду целей; это отличный защитный слой для всех частей, находящихся под ней; для того чтобы она могла служить для этого, она сама должна быть в достаточной степени защищена от повреждений. Это обеспечивается за счет того, что внешние слои кожи состоят из ороговевшего ороговевшего материала. Непосредственно под этим ороговевшим слоем находится слой живых клеток, плотно упакованных вместе и подверженных воздействию жидкостей организма только с нижней стороны. Размножение клеток в этих клетках происходит непрерывно и быстро; по мере того, как клетки делятся, они растут, в результате чего те, что находятся под ними, постоянно вытесняют те, что находятся над ними, все дальше и дальше к поверхности; это лишает их запасов пищи, и поэтому они умирают. Этот слой мертвых клеток становится очень плотно упакованным и образует то, что обычно называют роговым слоем кожи или “кутикулой”. Внешняя часть этой кутикулы постоянно стирается, и, конечно, при этом стирается и любая грязь, которая может налипнуть. Важным фактором чистоты является постоянное стирание с поверхности корпуса его самого внешнего слоя. Степень, до которой это происходит, может оценить любой, у кого когда-либо были переломы костей и кому приходилось накладывать шину на руку или ногу в течение нескольких недель. По истечении этого времени образуется большое скопление омертвевшей кожи, ожидающей, когда ее сотрут.

Купание - очень эффективное средство для поддержания чистоты; когда ванны предназначены для этой цели, следует использовать теплую или горячую воду с большим количеством мыла; выбор мыла - дело индивидуальное, во многом определяемое чувствительностью кожи. Химически нет большой разницы между одним видом мыла и другим. Некоторые из них содержат вещества, которые вызывают большее раздражение, чем те, которые содержатся в других, и их следует избегать лицам, чья кожа легко раздражается. Распространенное мнение о том, что ванну не следует принимать сразу после еды, основано на ощущении, что покраснение кожи, возникающее в результате контакта с теплой водой, может чрезмерно отвлекать кровь от пищеварительного тракта и таким образом мешать процессу пищеварения. Это вполне может быть правдой, если принимать очень горячую ванну; там, где температура ванны всего на один-два градуса выше температуры тела, по этой причине не стоит опасаться особых неприятностей. Холодная ванна вскоре после еды иногда вызывает спазмы либо в желудке, либо в мышцах. Мало что известно об этих спазмах или о причинах, которые их вызывают. В связи с его использованием в качестве защитной поверхности тела кожа имеет разбросанные по ней многочисленные железы, известные как *сальные железы*, которые выделяют маслянистое вещество, которое более или менее полностью распределяется по коже. Это масло, вероятно, помогает сохранить кожу мягкой, а также в некоторой степени сделать ее водонепроницаемой. Одна из причин, по которой мыло необходимо использовать при купании, заключается в растворении тонкой масляной пленки, которая обычно находится на поверхности тела.

Еще одно применение кожи - как большого органа чувств; как мы уже видели, структуры, отвечающие за осязание, температуру и боль, присутствуют в более глубоких слоях кожи. Они состоят из крошечных клеточных масс, в которые входят кончики чувствительных нервов. Считается, что в случае болевых нервов нет специальных конечных органов, но нервы заканчиваются обнаженно среди клеток кожи.

Третье применение кожи, которое нас здесь особенно интересует, заключается в качестве тонкого регулятора температуры тела. Мы уже частично видели, как работает кожа в этой связи, становясь теплее, когда по ней течет больше крови, и прохладнее, когда ее меньше. Другой его механизм терморегуляции состоит из *потовых желез*. Это, как следует из названия, крошечные железы в коже; они состоят из трубочек, открывающихся на поверхности и на своем внутреннем конце свернутых в нечто вроде узла. В этом узле находится великое множество мелких кровеносных сосудов, так что каждая потовая железа имеет обильное кровоснабжение. Насколько

мы можем судить, потовые железы действуют как фильтры, соответствующие в этом отношении фильтрующим кончикам почечных трубок. Одна интересная особенность в них заключается в том, что фильтрующим действием управляют нервы. Эти нервы принадлежат к системе, которая управляет гладкими мышцами и железами; когда нервы становятся активными, потовые железы также активны, и происходит быстрая фильтрация воды и неорганических солей из крови в потовые железы и наружу по всему телу. Небольшое количество органических веществ также выделяется с потом, и они ответственны за его характерный запах. Они, очевидно, различаются у разных людей, поскольку все собаки и некоторые люди способны распознавать людей по их запаху, а запах тела - это в основном запах пота.

Потовые железы осуществляют свою фильтрующую деятельность большую часть, если не все время; обычно мы не осознаем этого, потому что пот выделяется чрезвычайно мелкими каплями, которые испаряются так же быстро, как образуются; только когда пот выделяется быстрее, чем испаряется, мы осознаем его присутствие. Если воздух очень насыщен влагой, пот будет выступать на наших телах, даже если он образуется не в большем количестве, чем обычно. Это происходит из-за его неспособности испаряться в воздух, уже насыщенный влагой. Однако обычно, когда пот появляется на поверхности тела, это происходит потому, что потовые железы стали более активными. Пару абзацев назад мы видели, что потовые железы находятся под контролем нервов; они возникают, как и другие нервы, управляющие гладкими мышцами и железами, из центра в стволе мозга; этот конкретный центр называется потовым. Он может активизироваться под различными воздействиями. Наиболее часто его вызывает повышение температуры крови. Всякий раз, когда мы начинаем тренироваться, тепло вырабатывается очень быстро, разогревая ткани, в которых происходит упражнение, и, поскольку кровь быстро течет через них, разогревая и саму кровь. Эта теплая кровь циркулирует по всему телу, поднимая температуру всех его частей до активных областей или, проходя через кожу, охлаждаясь за счет потери тепла с поверхности. Когда эта теплая кровь поступает в ствол мозга, она возбуждает центр потоотделения и приводит к усиленному выделению пота. Важность этого заключается в том, что для испарения воды, независимо от того, при какой температуре, требуется большое количество тепла. Это тепло отводится от ближайшего места, которым в данном случае было бы само тело, так что испарение пота эффективно охлаждает тело. В жаркую погоду это действительно наше единственное эффективное средство избавиться от жара, поскольку, если тело не теплее окружающей среды, оно не может терять тепло напрямую, но пот может испаряться, унося с собой тепло, независимо от того, насколько теплой может быть окружающая среда. Минуту назад мы говорили о том, что высокий процент воды в воздухе будет препятствовать испарению пота. Практическое применение этого факта можно увидеть в связи с изнуряющей жарой в летнее время. Внимательное изучение сводок погоды покажет, что в дни с высокой относительной влажностью они гораздо более многочисленны и более суровы, чем в просто жаркие дни, но без большого содержания влаги в воздухе. Когда пот испаряется с тела, образующийся водяной пар имеет тенденцию задерживаться поблизости и таким образом препятствовать дальнейшему испарению. При таких обстоятельствах желательно, чтобы этот насыщенный влагой воздух был удален, а на его место подан свежий воздух. Это преимущество, которое мы получаем от обмахивания веером. Воздух, приносимый к нам вентилятором, кажется холоднее, чем есть на самом деле; это мы понимаем, когда замечаем, насколько приятна тяга вентилятора даже в самые жаркие дни. Когда человек обмахивается по старинке, тепла, выделяемого при работе вентилятора, часто почти достаточно, чтобы компенсировать потери за счет улучшенного испарения пота. Электрический вентилятор, с другой стороны, является очень мощным средством обеспечения комфорта в жаркую погоду. На самом деле, трудно представить какое-либо механическое устройство, которое внесло бы больший вклад в последние годы. Забавной иллюстрацией важности влажности воздуха для физического комфорта является случай с человеком, который думал, что получит прохладный офис в жаркую погоду, установив кусок льда и включив на нем электрический вентилятор. К его большому удивлению и совершенно

вопреки его ожиданиям, в комнате быстро стало невыносимо душно. Быстрое испарение льда настолько наполнило воздух водяным паром, что испарение пота не могло происходить, и люди в комнате чувствовали себя гораздо хуже, чем если бы они довольствовались простым поддержанием в быстром движении теплого и сравнительно сухого воздуха в комнате. Хотя испарение пота является очень эффективным средством отвода тепла от тела, оно не работает идеально во время больших мышечных нагрузок в очень жаркую погоду. Тщательные исследования мужчин на сталелитейных производствах и в других местах, где тяжелая работа выполняется в условиях сильной жары, показали, что выработка тепла в течение рабочего дня несколько превышает его потерю, так что к концу дня температура тела обычно повышается на два-три градуса, до 100 или 101 градуса по Фаренгейту. По окончании работ температура быстро падает до нормальной, так что в настоящее время нет оснований полагать, что это ежедневное повышение может нанести серьезный вред.

При лихорадке выработка тепла на какое-то время становится больше, чем его потеря, и поэтому температура повышается. Не следует забывать, что в настоящее время потеря снова уравнивает выработку; если бы этого не произошло, температура продолжала бы расти до тех пор, пока не наступила бы смерть; обычно большей потери тепла телом при лихорадочной температуре достаточно для восстановления равновесия, но будет ясно, что температура не может снова упасть, пока потеря тепла не превысит выработку тепла. Было много дискуссий относительно того, вызвана ли лихорадка увеличением выработки тепла или неисправностью механизма отвода тепла. Нет сомнений в том, что при лихорадке метаболизм в состоянии покоя намного выше, чем в состоянии здоровья; однако далеко не всегда общий метаболизм человека, спокойно лежащего в постели с лихорадкой, выше, чем у здорового человека, выполняющего тяжелый физический труд. Поэтому мы должны рассматривать вмешательство в процесс потери тепла, чтобы объяснить повышение температуры. Распределение крови по коже при лихорадке не отличается от такового в другое время, когда тело теплое; при лихорадке кожа обычно сильно покраснела. С другой стороны, существует определенное нарушение механизма выделения пота. Один из самых известных фактов о лихорадке - это то, что кожа не только горячая, но и очень сухая. Также хорошо известно, что, вызывая потоотделение, температуру часто можно снизить. Очевидно, что яды, вызывающие лихорадку, оказывают по меньшей мере два действия: повышают общий метаболизм в состоянии покоя до высокого уровня и в то же время нарушают обычную регуляцию работы потовых желез, так что, даже если температура крови на несколько градусов выше нормы, потовые железы не стимулируются к активному выделению пота.

Лихорадка очень неприятна для человека, страдающего от нее, но сама по себе не особенно опасна, если только она не достигает очень высокой степени. Организм, конечно, быстро истощается из-за повышенного метаболизма, который обычно не уравнивается никаким приемом пищи. Теоретически больные лихорадкой должны питаться так же обильно, как и рабочие; практически это невозможно сделать в большинстве случаев из-за подавленного состояния ума и тела пациента. При некоторых особо истощающих заболеваниях, таких как брюшной тиф, кормление осуществлялось с некоторым успехом. Старая практика в отношении лихорадки заключалась в том, чтобы как можно быстрее привести пациента в чувство комфорта путем избавления от лихорадки, то есть путем снижения его температуры до нормальной; в настоящее время в медицине наблюдается тенденция не столько бороться с результатом отравления, сколько стремиться как можно быстрее избавить организм от яда и его источника. По этой причине современные врачи гораздо меньше озабочены степенью лихорадки, проявляемой пациентом, чем тем, в какой степени яды в его организме находятся под контролем или становятся хозяевами.

При всем нашем обсуждении регулирования температуры тела важно помнить, что наши ощущения холода или тепла полностью зависят от температуры самой внешней части поверхности нашего тела - четверти дюйма. Независимо от того, насколько холодными или теплыми мы можем себя чувствовать, как только мы опускаемся на эту глубину под поверхность, мы обнаруживаем, что температура тела остается прежней, а именно 98,5 градусов. Мы чувствуем холод, когда кожа прохладная; кожа прохладная, потому что по ней течет мало крови; воздействие окружающего холода на кожу вызвало рефлекторное сужение сосудов и таким образом направило кровь от кожи в другие части тела. Это означает, что механизм предотвращения потери тепла работает настолько эффективно, насколько это возможно, и, следовательно, тепло, вырабатываемое организмом, сохраняется. Опыт показывает, что на самом деле ощущение холода в значительной степени зависит от состояния конечностей. Если руки и ноги теплые, человек редко испытывает дискомфорт от холода; с другой стороны, холодные конечности вызывают очень общее ощущение дискомфорта, даже несмотря на то, что остальная часть тела может быть теплой. Урок, который следует извлечь из этого, состоит в том, чтобы уделять особое внимание поддержанию конечностей в тепле. Там, где рабочие стоят на полу, гораздо важнее, чтобы пол был теплым, чем чтобы таким был воздух в помещении в целом. Конечно, при ручной работе не должно быть

достаточно холодно, чтобы пальцы замерзли и затекли, но было обнаружено, что при теплых полах выдерживается значительно более низкая заводская температура, чем при холодных.

Мы чувствуем холод в холодную погоду, потому что тело сохраняет тепло; с другой стороны, в теплую погоду мы чувствуем тепло, потому что кожа покраснела и тело теряет тепло так быстро, как только может. Практическое значение этого заключается в том, что ощущение особого тепла в холодную погоду может иметь катастрофические последствия. Конечно, если ощущение тепла возникает не из-за очень быстрой выработки тепла, как при энергичных физических упражнениях, а просто из-за покраснения кожи, когда вырабатывается не так много тепла, тело лишается того тепла, которое у него есть, и в результате возникает состояние, которое невозможно долго выносить в холодную погоду. Бывает, что именно с такой ситуацией приходится сталкиваться в связи с употреблением алкоголя. Одним из важных эффектов алкоголя является покраснение кожи; это прямое лекарственное действие и не имеет никакого отношения к количеству тепла, которое вырабатывается в организме. В результате тот, кто несколькими глотками подкрепляет себя, отправляясь в длительную поездку по холоду, чувствует себя очень тепло и комфортно, пока сохраняется алкогольный эффект; но как только это проходит, ему становится намного холоднее, чем было бы в противном случае, поскольку все это время он быстро терял тепло, вместо того чтобы сохранять его. Раньше в холодных районах страны не было ничего необычного в том, что люди погибали от переохлаждения во время длительных поездок, потому что они пытались согреться, принимая алкоголь, тогда как, если бы они сберегали тепло своего тела, а не тратили его впустую ради комфорта, они, вероятно, благополучно добрались бы до места назначения.

Раз уж мы затронули тему регулирования температуры и роли кожи в целом в деятельности организма, следует сказать несколько слов о том, что купание используется не только для поддержания чистоты. Ведется много дискуссий о том, действительно ли утренняя холодная ванна является мерой оздоровления или это просто дань моде; не может быть никаких сомнений в том, что люди, которые хорошо реагируют на холодную ванну, обнаруживают, что она определенно способствует получению удовольствия от жизни. Особенно верно то, что после ночи беспокойного отдыха утренняя холодная ванна заставляет человека чувствовать себя гораздо более готовым к выполнению дневных обязанностей, независимо от того, так ли это на самом деле или нет. Ценность, по-видимому, заключается в так называемой *реакции*, при которой за первым охлаждением следует тепловое свечение. Ванну ни при каких обстоятельствах не следует продлевать сверх того времени, пока не будет достигнута хорошая реакция. Быстрое растирание жестким полотенцем очень помогает наступлению реакции. Для тех, кто хотел бы принять холодную ванну, но счел ее слишком сложной, может оказаться полезной подсказка, а именно, что если человек входит в ванну с теплыми ногами, то практически не испытывает дискомфорта, связанного с ее принятием. Если залезть в холодную ванну, когда ноги уже замерзли, они начинают болеть почти мгновенно и обычно сводят на нет все преимущества, которые дает ванна. Человек должен либо залезть в ванну сразу после подъема, до того, как тело успеет остыть, либо, если он предпочитает сначала побриться или заняться другими делами, неплохо бы ненадолго опустить ноги в горячую воду. Когда это условие будет выполнено, холодная ванна будет приятной и полезной для большинства людей. Очень горячие ванны обладают выраженным расслабляющим эффектом; они способствуют засыпанию, и их можно принимать с наибольшей пользой непосредственно перед отходом ко сну. Нет ничего общего с общепринятой идеей о том, что горячая ванна открывает поры кожи; единственные поры, которые есть в коже, - это отверстия потовых желез, и они не различаются по размеру. Что действительно делает горячая ванна, так это вызывает заметное покраснение кожи, в результате чего тело быстро теряет тепло. Поэтому после горячей ванны необходимо тепло укутаться, чтобы не произошло чрезмерной потери тепла.

Завершая эту тему, необходимо затронуть тему простуды, а также ее связь с регулированием температуры тела. В настоящее время нет никаких сомнений в том, что обычная простуда является результатом инфекции; в этом смысле это острые заболевания. Однако, по-видимому, фактом является то, что организмы, вызывающие их, практически постоянно присутствуют в дыхательных

путях нашего горла и легких, готовые вторгнуться в организм при первой же возможности. Совсем недавно было показано, что быстрое охлаждение кожи сопровождается сужением кровеносных сосудов в слизистой оболочке горла и дыхательных путях. Эффект от такого сокращения кровоснабжения этих прокладок, по-видимому, заключается в том, что они становятся более доступными для организмов, страдающих простудными заболеваниями. Во всяком случае, тот факт, что при внезапном охлаждении кожи часто развивается простуда, лучше всего объясняется на этом основании. Поскольку простуда заразна, организм, вызывающим ее, иногда может удаваться проникнуть в слизистую оболочку дыхательных путей, даже если в последних не произошло никаких изменений. Поэтому может случиться, и это часто случается, что у человека развивается простуда, без возможности отнести это к какому-либо времени, когда произошло внезапное похолодание кожи. Также легко может случиться, что охлаждение не приведет к простуде, поскольку, если организм не окажется в изобилии или если общая сопротивляемость организма высока, инфекция не закрепится, даже если прокладки дыхательных путей позволят организмам проникнуть внутрь. Естественно, лучшей мерой предосторожности против простудных заболеваний было бы избегать попадания микроорганизмов, которые их вызывают, в горло и легкие. Поскольку обычно это невозможно сделать, остальные практические меры заключаются в том, чтобы поддерживать общее состояние организма как можно лучше и избегать условий, которые приводят к внезапному быстрому охлаждению, таких как нахождение на холодном сквозняке при нагревании.

ГЛАВА XX

УВЕКОВЕЧЕНИЕ РАСЫ

Мы пытались рассмотреть одно за другим основные процессы, происходящие в организме, но до сих пор подчеркивали их важность исключительно в связи с телесным благополучием; то есть мы видели, как организм выдерживает конкуренцию со стороны других живых существ и в мире, полном опасностей. Прежде чем полностью оставить тему, необходимо дать краткий отчет о том, каким образом *раса* поддерживается на земле в отличие от поддержания индивидуумов. В начале книги мы показали, что каждый из нас начинает жизнь как отдельная клетка, которая, делясь и подразделяясь, наряду с непрерывным ростом, в конце концов развивается в наше большое и сложное тело. Эта клетка на самом деле представляет собой объединение двух клеток; по одной от каждого родителя; в теле родителя она образует часть того, что известно как *зародышевая ткань*, это название применяется потому, что о клетке, с которой мы начинаем, можно говорить как о зародыше жизни. По мере того как клетка, из которой должно произойти тело, начинает развиваться, образовавшиеся из нее клетки быстро становятся отличными одна от другой, так что очень рано можно различить, что одни клетки должны сформировать будущую нервную систему, другие - будущие мышцы и так далее. Одна из самых ранних из этих групп клеток, ставших различимыми, - это та, которая должна стать зародышевой тканью новообразованного индивидуума. В последние годы большое значение придавалось тому факту, что зародышевая ткань выделяется почти с самого начала развития, и когда мы вспоминаем, что следующее поколение будет получено из этой зародышевой ткани и ни из какой другой ткани, мы видим, что существует очень тесная взаимосвязь зародышевой ткани от поколения к поколению. Важность этого заключается в связи с наследственностью, а именно с вопросом о сходстве ребенка с родителем. Все мы знаем, что иногда дети очень похожи на своих родителей, в других случаях сходства почти нет вообще. Главный факт наследственности, как мы только что видели, заключается в том, что ребенок происходит от зародышевой ткани родителя, а не от родителя в целом. Мы можем рассматривать индивида как сложный организм, несущий в себе и питающий независимую группу клеток, которые должны послужить отправной точкой для следующего поколения, но с которыми сам индивид не имеет ничего общего, кроме как обеспечивать питание. Чуть позже мы попытаемся показать, почему мы считаем, что зародышевая ткань так мало зависит от остальной части тела. Что мы хотим сделать в первую очередь, так это указать, как это понятие должно влиять на наши взгляды на наследственность. Если зародышевая ткань просто укрывается и питается организмом, но в остальном совершенно независима от него, из этого само собой следует, что действия родителя, при условии, что они не нарушают питание зародышевой ткани, могут оказывать на нее очень незначительное влияние. Например, все, чего родитель может достичь в течение своей жизни, не может быть передано по наследству его потомству. Это полностью противоречит идее наследственности, которой придерживаются почти все. Всего немногим более ста лет назад француз по имени Ламарк опубликовал труды, в которых он очень решительно выступал за наследование "приобретенных характеров", подразумевая под этим, что достижения родителей могли передаваться потомству и были им переданы. Очевидно, что это было бы очень большим преимуществом; прогресс расы был бы обеспечен, если бы дети могли непосредственно наследовать достижения своих родителей. Конечно, это может сработать и наоборот, и дети могут унаследовать как неблагоприятные приобретения своих родителей, так и благоприятные. Со времен Ламарка велось не только горячее обсуждение его идей, но и проводилось огромное количество экспериментов, направленных на то, чтобы выяснить, действительно ли приобретенные признаки могут быть унаследованы. Один из самых известных экспериментов - это эксперимент человека, который отрезал хвосты мышам при рождении и делал это поколение за поколением в надежде получить расу бесхвостых мышей; после очень многих

поколений он отказался от попытки, придя к выводу, что искусственное удаление хвостов у родителей не приведет к тому, что потомство родится бесхвостым. Совсем недавно аналогичные эксперименты были проведены на видах животных, у которых жизнь намного короче и у которых поколения сменяются соответственно чаще. В некоторых случаях были изучены тысячи поколений без каких-либо указаний на то, что изменения, вызванные при жизни родителей, могут передаваться потомству.

Один из первых вопросов, который, несомненно, будет задан, как только это наследование приобретенных признаков будет отвергнуто, заключается в том, как тогда можно добиться изменений; ответ на этот вопрос можно найти в опыте селекционеров животных и растений. Один факт природы, который следует подчеркнуть, заключается в том, что индивидуумы никогда не бывают абсолютно одинаковыми, за исключением, возможно, случая с так называемыми однойяйцевыми близнецами, которые обладают особой наследственностью, о которой говорилось в главе V. Даже братья и сестры всегда имеют довольно заметные различия. Эти различия между индивидуумами, некоторые из них, вероятно, являются более или менее случайными результатами того, как зародыш развивается в целостный организм; другие являются результатом различий в самих зародышевых клетках. Различие между ними заключается в том, что там, где зародышевые клетки отличаются, разница будет передаваться по наследству будущим поколениям; если это модификация, которая возникает в связи с развитием и не обусловлена различием в зародышевой клетке, она не проявит себя в будущих поколениях. Что должны делать селекционеры животных и растений, так это следить за изменениями в своем поголовье, и когда появляются виды, которые они ищут, они разводят их в надежде, что желаемые признаки окажутся наследственными, чтобы можно было создать расу, демонстрирующую их. Очень ярким примером такого рода селекции является развитие безрогого крупного рогатого скота. В последние годы практикуется регулярное удаление рогов у крупного рогатого скота, и это удаление рогов никогда не приводило к тому, что потомство рождалось без рогов, но, с другой стороны, иногда случалось, что рождались телята, которые от природы были безрогими, и поскольку это отсутствие рогов было вызвано различием в зародышевой ткани, было установлено, что признак является наследственным, и стало возможным вывести породы безрогого крупного рогатого скота. Таким образом, путем отбора случаев, когда изменение в зародышевой ткани происходило естественным путем, был получен результат, которого невозможно было добиться каким-либо объемом работы непосредственно с родителями.

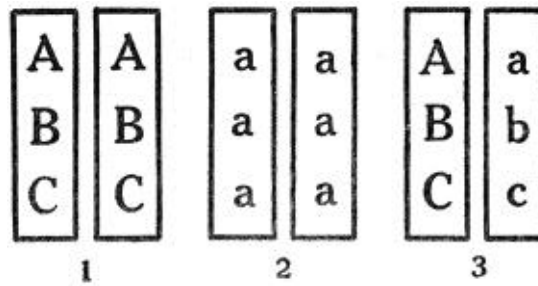
До сих пор мы пытались прояснить, что наследственность полностью зависит от состояния зародышевой ткани. Что нам теперь нужно сделать, так это увидеть, на что похожа зародышевая ткань и как на самом деле протекает процесс наследственности. В главе V кое-что говорилось о ядре; следует помнить, что ядро содержит вещество, известное как *хроматин*, которое, если смотреть под микроскопом, выглядит как спутанный моток или сеть тонких нитей, но на самом деле представляет собой ряд крошечных структур, известных как *хромосомы*. Теперь мы знаем, что эти хромосомы являются фактическими регуляторами наследственности. Конечно, мы вообще не знаем, как они осуществляют свой контроль; что мы знаем точно, так это то, что когда определенные факторы присутствуют в хромосомах зародышевой ткани родителей, потомство, полученное из этой зародышевой ткани, будет обладать чертами, которых не было бы, если бы хромосомы были другими.

Место не позволяет нам подробно рассказать, как были обнаружены факты, которые сейчас будут описаны. Они восходят к садоводческим экспериментам австрийского монаха по имени Мендель, который в течение многих лет выращивал обычный садовый горох и изучал от сезона к сезону появляющиеся сорта. Факты о наследственности, которые, как он обнаружил, справедливы для гороха, впоследствии были доказаны, что они применимы точно так же и к нам самим, и поскольку в этой книге речь идет о людях, мы попытаемся применить это описание непосредственно к человеческой наследственности. Первое, что нужно четко усвоить, это то, что каждая отдельная черта в любом из нас, которая может отличаться или действительно отличается от соответствующей черты у другого человека, может быть *наследственной чертой*, и, если это

так, где-то в наших хромосомах будет находиться фактор, контролирующий ее. Поскольку количество наследственных признаков велико, включая не только размер и форму всех частей нашего тела внутри и снаружи, но также наши психические особенности и моральные склонности, должно существовать огромное количество контролирующих факторов, или *детерминантов*, как их часто называют. На самом деле, вероятно, существует не так много детерминантов, как признаков, потому что один детерминант может управлять более чем одним признаком. Но даже в этом случае количество определителей слишком велико, чтобы с комфортом пытаться описать их работу. Лучший способ добиться этого - притвориться, что мы не так сложны, как есть на самом деле. Мы сделаем это, установив количество различных определителей, которыми могут обладать человеческие существа, равным пятидесяти двум, не потому, что это хоть сколько-нибудь близко к их реальному числу, а потому, что это количество объединенных больших и маленьких букв в алфавите, и мы предлагаем использовать буквы для обозначения определителей, как простой способ разделить их в описании.

Каждая клетка в нашем организме имеет свое ядро со своим набором хромосом. Интересный факт, о котором уже говорилось в главе V, заключается в том, что, насколько нам известно, хромосомы в любой клетке любого из нас точно такие же, как и во всех других клетках того же человека. Хромосомы в мышечных клетках точно такие же, как в нервных клетках, и обе в точности соответствуют хромосомам обычных клеток зародышевой ткани. В каждой из этих клеток хромосомы расположены парами. Случается, что у людей количество пар составляет двадцать четыре, причем у некоторых из нас одна пара неполная по причине, которая будет объяснена позже; это неудобно большое число для нашей нынешней цели, поскольку всего мы выделили только пятьдесят два определителя, поэтому мы еще немного пофантазируем и установим количество пар равным девяти. Прежде чем мы сможем продолжить описание, необходимо внести еще одно изменение в реальное положение дел; оно заключается в предположении, что различные особенности нашего тела могут демонстрировать только одно отличие, вместо многих, на которые они действительно способны. Например, мы предположим, что волосы могут быть либо черными, либо светлыми, но никогда рыжими; нос может быть римским или греческим, но никогда ирландским. Сделав это предположение, мы можем позволить большим буквам обозначать один набор наследственных детерминантов, а маленьким - те же признаки, но с совершенно противоположными признаками. Согласно этой схеме, если бы у нас были два человека бок о бок, у одного из которых в хромосомах были только определители из больших букв, а у другого - только из маленьких, они имели бы одинаковый общий человеческий состав, но во всех возможных деталях один был бы полной противоположностью другому.

Сложными исследованиями, на описание которых у нас нет времени, было доказано, что детерминанты сгруппированы в разных хромосомах по определенному плану. Минуту назад мы видели, что хромосомы расположены парами. Это спаривание является важной частью механизма, поскольку каждая наследственная особенность организма фактически имеет два определяющих фактора, управляющих ею, которые находятся в соответствующих положениях в двух хромосомах пары. Чтобы проиллюстрировать, как это работает, давайте предположим, что хромосомы первой пары содержат определители А, В и С. Каждый из этих трех определителей будет присутствовать в обоих членах пары номер один, и если это верно для любой клетки, то будет верно и для всех клеток, и у любого другого человека либо они, либо соответствующие определители с маленькой буквы, а, b и с, будут занимать первую пару хромосом. Более того, они будут располагаться в ряд внутри хромосом, всегда в одном и том же порядке; таким образом, если А и С находятся на концах, а В посередине в одной хромосоме, каждая другая хромосома, содержащая эти три детерминанта, будет располагать их в том же порядке.



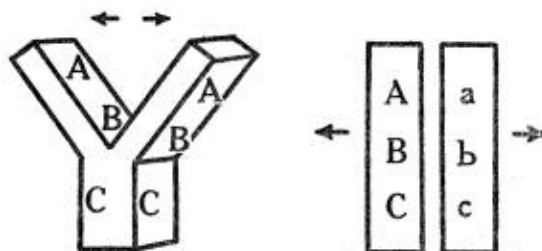
ДИАГРАММА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ РАЗЛИЧНЫЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕТЕРМИНАНТОВ В ОДНОЙ ХРОМОСОМНОЙ ПАРЕ
1 и 2, чистые; 3, Гибридные.

До сих пор мы планировали наши диаграммы так, как если бы речь шла только о определителях из больших букв; но минуто назад мы увидели, что существует полный набор определителей из маленьких букв, которые контролируют набор противоположных наследственных признаков, и мы намекнули, что иногда они будут обнаруживаться в хромосомах в положениях, соответствующих тем, которые занимают эквивалентные определители из больших букв. Могло случиться, например, что пара одна из хромосом будет содержать определители из больших букв А, В и С, в то время как пара вторая будет содержать определители из маленьких букв а, b и с. Очевидно, что человек, у которого присутствовала эта комбинация, будет отличаться от человека, все хромосомы которого содержали определители из больших букв, поскольку часть его черт будет определяться определителями из маленьких букв.

Теперь мы готовы вернуться к зародышевой ткани и проследить процесс наследственности так, как он на самом деле происходит у развивающегося потомства. В обычных клетках зародышевой ткани, как мы уже видели, хромосомы точно такие же, как и в других клетках организма. Размножение клеток активно происходит в зародышевой ткани обоих родителей; у матери это приводит к образованию зародышевых клеток, которые называются яйцеклетками, а у отца - к образованию клеток, которые называются сперматозоидами. В ходе этого процесса происходят определенные изменения, так что ни яйцеклетки, ни сперматозоиды не похожи в точности на исходные клетки зародышевой ткани. Если мы вернемся к описанию клеточного деления в главе V, то вспомним, что хромосомы делятся вдоль и раздвигаются. Теперь, когда мы узнали о определителях, мы поймем, что каждый определитель делится пополам, потому что в противном случае не было бы равного распределения определителей между двумя ячейками. Большая часть клеточного деления в зародышевой ткани происходит именно таким образом, но на определенной стадии производства как яйцеклеток, так и сперматозоидов происходит одно клеточное деление, при котором пары хромосом просто разделяются, без какого-либо предварительного продольного разделения. В результате этого в полученных клетках остается лишь вдвое меньше хромосом, чем в других клетках организма. В этих клетках происходят некоторые дальнейшие изменения, прежде чем они становятся зрелыми яйцеклетками или сперматозоидами, но дальнейшего нарушения хромосом не происходит, так что яйцеклетки и сперматозоиды содержат только по одному члену каждой пары, а не оба члена, как это делают все остальные клетки организма.

Первым шагом в развитии является слияние яйцеклетки с одним сперматозоидом в процессе, который мы называем оплодотворением. Сперматозоид проникает в яйцеклетку, и его хромосомы выстраиваются в линию с хромосомами яйцеклетки, восстанавливая регулярное спаривание. Сразу после этого начинаются клеточные деления, составляющие развитие, и во всех них происходит обычное продольное расщепление детерминантов. Каждая клетка в нашем организме содержит свои пары хромосом, один член каждой пары восходит непосредственно к яйцеклетке, в то время

как другой восходит непосредственно к сперматозоиду. Таким образом, половина наших определителей была получена из материнской зародышевой ткани, а половина - из отцовской.



ХРОМОСОМЫ При ДЕЛЕНИИ КЛЕТКИ

Рисунок 1, расщепление хромосом при обычном клеточном делении, при котором каждый детерминант делится пополам, контрастирует с рисунком 2, редукционным делением, при котором хромосомы пары просто разделяются.

Теперь мы начнем понимать, как работает наследственность. Предположим, что первая хромосома в яйцеклетке имеет определители из больших букв А, В и С, в то время как соответствующая хромосома в сперме имеет определители из маленьких букв а, b и с. Когда они выстраиваются в линию после оплодотворения, восстанавливая первую пару, мы имеем А напротив а, В напротив b и С напротив с. Поскольку мы предположили, что большие и маленькие буквы обозначают противоположные наследственные признаки, мы вводим здесь конфликт и должны сразу спросить, как он разрешен. Одной из вещей, над которыми монах Мендель работал в своих исследованиях наследственности гороха, была именно эта проблема. Он обнаружил, что при противоречивой наследственности один из детерминантов обычно доминирует над другим, и когда это происходит, признак у потомства будет таким же, как у родителя, который внес доминирующий детерминант. Для иллюстрации: предположим, что А доминирует над а, тогда в рассматриваемом случае потомство будет похоже на мать по признаку А. У некоторых видов животных и растений конфликтующие признаки смешиваются в потомстве, создавая промежуточный внешний вид. Хорошим примером этого последнего случая является обыкновенный цветок четырехчасовой. У этого растения белые и красные соцветия обусловлены детерминантами, которые занимают одинаковые позиции в хромосомах; следовательно, при скрещивании растений с белыми и красными цветами эти конфликтующие детерминанты объединяются, когда хромосомы сперматозоида и яйцеклетки соединяются. Поскольку ни один из определителей не доминирует над другим, окраска цветков у потомства не белая и не красная, а розовая.

Любой индивид, пары хромосом которого содержат конфликтующие детерминанты, называется “гибридом”; может существовать любая степень гибридизации, от простейшей, при которой все пары хромосом похожи, кроме одной, до наиболее полной, при которой все пары непохожи. Легко отличить гибрид по внешнему виду в случаях, когда имеет место смешанное наследование, но не так просто, когда один признак доминирует над другим, поскольку тогда гибрид будет выглядеть как родитель, давший доминирующий определитель. Верный способ обнаружить гибриды - это изучение их потомства. Предположим, у нас есть два родителя, оба из которых являются гибридами по отношению к первой паре хромосом. Эта пара в обоих будет содержать определители А, В и С, выстроенные напротив а, b и с. Поскольку мы предположили, что большие буквы доминируют над маленькими, обе будут иметь одинаковый внешний вид, в зависимости от присутствия в их хромосомах А, В и С. Поскольку при образовании яйцеклеток и сперматозоидов пары хромосом разделяются, половина яйцеклеток, произведенных матерью, будет содержать определители А, В и С, а другая половина а, b и с, и половина спермы отца будет

аналогичным образом содержать один набор и половину другого. Поскольку абсолютно случайно, какой сперматозоид встретит ту или иную яйцеклетку при оплодотворении, мы можем с уверенностью заключить, что в долгосрочной перспективе все шансы будут реализованы в равной степени. Называя, для удобства, яйцеклетки большими буквами E и маленькими буквами e, и, аналогично, сперматозоиды большими буквами S и маленькими буквами s, это означает, что E может быть оплодотворена либо S, либо s, а e также либо S, либо s. Возможными комбинациями являются ES, Es, ES и es. С точки зрения реальных определителей, этими комбинациями являются ABCABC, ABCabc, abcABC и abcabc.

Только что приведенные комбинации представляют возможное потомство от пары гибридных родителей. Если мы посмотрим на них, то сразу увидим, что только половина из них гибридна, а именно комбинации ABCabc и abcABC; другая половина - чистокровные, пары хромосом абсолютно одинаковы; но эти чистокровные породы бывают двух видов, у одного есть определители только с большой буквы, у другого - только с маленькой. Если это случай, когда большие буквы преобладают над маленькими, чистокровные породы с большими буквами и гибриды будут выглядеть одинаково, но чистокровные породы с маленькими буквами будут выглядеть по-разному, поскольку в них признаки, определяемые определителями с маленькими буквами, имеют шанс проявить себя. Очень хорошей иллюстрацией этого является цвет глаз у людей. Карие глаза доминируют над голубыми; другими словами, фактор, который делает глаза карими, доминирует над фактором, ответственным за голубизну, в случаях, когда оба эти фактора сочетаются в гибридах. Человек с карими глазами может быть либо чистокровной породой в этом отношении, либо гибридом; нет способа определить разницу по внешнему виду; но если у кареглазого человека есть потомство, и кто-нибудь из них окажется с голубыми глазами, это является положительным доказательством того, что родитель является гибридом в том, что касается цвета глаз. Более того, голубоглазый ребенок в этом отношении не является гибридом; его кареглазые собратья могут им быть, а могут и не быть; в долгосрочной перспективе две трети из них окажутся гибридами; другая треть будет чистокровной породой, имеющей в своих парах хромосом только определители карих глаз.

Там, где гибриды отличаются от чистокровных пород, как в случае с four-o'clocks, приведенном ранее, конечно, легко определить, какие из них чистокровные, а какие гибридные. При скрещивании pink four-o'clocks хромосомы будут объединяться точно так же, как описано выше для гибридов, поскольку растения с розовыми цветками являются гибридными. У половины потомства будут розовые цветки, показывающие, что они гибридные; у одной четвертой будут белые цветки, доказывающие, что в них отделились определители белых цветков, а у другой четвертой будут красные цветки, потому что в них присутствуют только определители красных цветков. Этот и подобные эксперименты проводились сотни раз, и всякий раз, когда количество потомства было достаточно велико, чтобы уравнивать шансы, пропорция различных видов потомства всегда почти точно соответствовала ожиданиям. Конечно, у людей семьи недостаточно большие, чтобы это всегда удавалось безошибочно, но даже в этом случае согласие часто бывает поразительным.



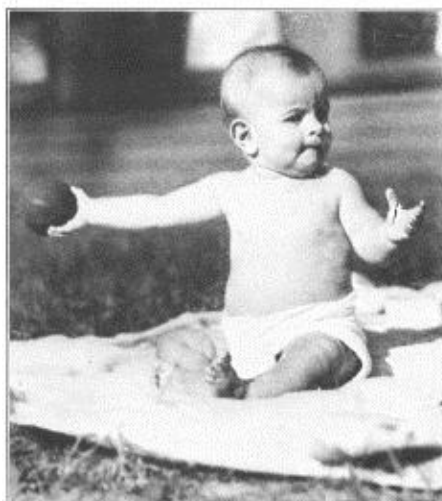
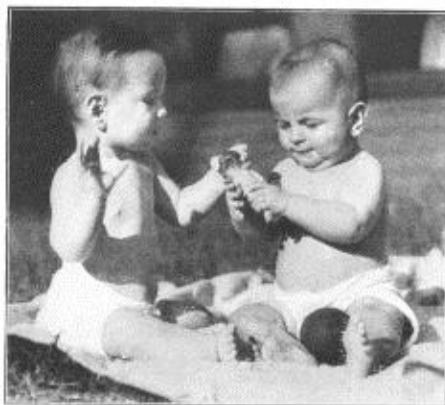
УХОД ЗА УШАМИ РЕБЕНКА

Важно как для взрослых, так и для младенцев



ОТПЕЧАТОК НОГИ РЕБЕНКА

Средство положительной идентификации



МЛАДЕНЦЫ ФИЗИЧЕСКИ И УМСТВЕННО АКТИВНЫ

В практическом разведении животных только что описанная смешанная наследственность не очень полезна, поскольку даже при том, что может появиться смешанный признак, который является именно тем, что искал заводчик, он не проявится более чем у половины потомства, и никогда нельзя рассчитывать на то, что он проявится у какой-либо конкретной особи. Это во многом объясняет, почему чистопородное потомство всегда более желательно, чем гибридное, и почему заводчики так рьяно стремятся получить желаемые черты у чистопородных животных. У растений смешанные признаки гораздо более ценны по двум причинам; во-первых, потому что потомство настолько многочисленно, что, хотя половина из них получается чистой и поэтому не имеет желаемой смеси, остается достаточно таких, которые имеют ее, чтобы обеспечить достойный урожай; и, во-вторых, потому что размножение черенками возможно у очень многих видов растений, а это означает, что одно и то же растение сохраняется в сотнях мест и в течение десятков или даже сотен лет. Желательный признак может быть увековечен этим способом на неопределенный срок, даже если это может быть сочетание нескольких наследственных признаков, которые выделились бы через несколько поколений при обычных способах размножения.

Есть еще несколько моментов в наследственности, которые необходимо рассмотреть, раз уж мы затронули эту тему, поэтому нам придется на некоторое время вернуться к хромосомам. Мы видели, что для каждой хромосомы существует несколько определителей; для удобства мы присвоили нашим хромосомам по три на каждую, за исключением девятой, которая должна уживаться с двумя; но на самом деле число каждой хромосомы часто намного больше. Такая группировка детерминантов, по несколько на хромосому, влечет за собой интересное следствие, заключающееся в том, что все наследственные признаки, контролируемые одной хромосомой,

должны идти рука об руку при размножении. В примере, который мы уже использовали, А, В и С находятся вместе; следовательно, любой человек, который показывает символ А, должен также показывать В и С. Наиболее яркими примерами этого являются определенные черты, связанные с полом, но мы не можем описывать их дальше, пока не изучим наследственность пола, что мы и сделаем через минуту. Сначала следует сказать несколько слов о случайных исключениях, которые дополняют правило, которое мы только что изложили. При изучении тысяч образцов время от времени обнаруживался один, в котором, очевидно, произошла подмена определителей. Мы можем проиллюстрировать ситуацию, предположив, что первая хромосома содержит определители А, В и С вместо А, В и С; один определитель из маленькой буквы поменялся местами с большой. Конечно, результатом этого является допущение иных комбинаций наследственных признаков, чем обычно, и в настоящее время изучающие наследственность активно занимаются этим, чтобы увидеть, как это происходит и какую выгоду из этого можно извлечь. Этот переход детерминантов из одной хромосомы в другую происходит только среди тех, которые действительно время от времени контактируют внутри ядра, как видно под микроскопом, что ограничивает его членами соответствующих пар.

У человека и многих низших животных пол является наследственным признаком. Это означает, что для него существует детерминанта, которая сгруппирована с другими детерминантами в одной из хромосом. У человека определяющим является женственность; не существует специального определителя для получения мужского пола; он вырабатывается всякий раз, когда женский определитель отсутствует в одной хромосоме пары, и это вызвано отсутствием всей хромосомы, которая должна составлять эту пару. В начале этой главы был случайно упомянут тот факт, что у многих из нас всего 47 хромосом вместо 48, характерных для человека. На самом деле распределение почти ровно вдвое меньше, поскольку у всех мужчин их 47, а у всех женщин 48. Это означает, что клетки зародышевой ткани самок имеют 24 полных пары, в то время как соответствующие клетки самцов имеют только 23 полных пары и на одну хромосому больше. Именно эта дополнительная хромосома содержит определитель женственности; каждая из хромосом 24-й пары у женщин также содержит этот определитель. Их часто называют половыми хромосомами.

Теперь, когда в процессе производства яйцеклеток в зародышевой ткани матери пары хромосом разделяются, каждая отдельная клетка и, следовательно, каждая яйцеклетка будут содержать полное количество хромосом, 24, включая половую хромосому. Но когда то же самое происходит в процессе производства сперматозоидов, только каждый второй будет иметь полное количество; у оставшейся половины их всего 23, и у всей этой половины отсутствует хромосома, которая определяет женственность. Таким образом, всегда существует равное количество двух видов сперматозоидов, один из которых содержит 24, а другой - только 23 хромосомы. Если яйцеклетка оплодотворена сперматозоидом, содержащим 24, включая половую хромосому, спаривание хромосом в яйцеклетке завершено, и потомством будет самка; если, с другой стороны, оплодотворяющий сперматозоид содержит только 23 хромосомы, спаривание в яйцеклетке будет неполным; единственная половая хромосома яйцеклетки не будет спарена с соответствующей хромосомой из сперматозоида, и яйцеклетка разовьется в самца. Поскольку это чистая случайность, произойдет ли оплодотворение сперматозоидом с 24 или одной из 23 хромосом, мы должны ожидать, что полы появятся в точно равном количестве, принимая во внимание мир в целом. Фактически, всякий раз, когда накапливались обширные данные о рождаемости, они показывали очень небольшое превышение рождаемости мужчин над рождаемостью женщин. В настоящее время мы не в состоянии объяснить это. Возможно, что сперматозоиды с 23 хромосомами по какой-то причине немного более энергичны, чем сперматозоиды с 24 хромосомами, и поэтому способны оплодотворить чуть больше, чем их доля яйцеклеток.

Минуту назад мы говорили о наследственных признаках, детерминанты которых связаны с половыми хромосомами. Все они интересно проявляют себя в наследственности по той простой причине, что они никогда не могут передаваться от отца к сыну, а только от отца к дочери. Это

происходит потому, что, как мы только что видели, половая хромосома в сперматозоидах всегда приводит к тому, что яйцеклетка, которую оплодотворяет этот сперматозоид, развивается в самку. Однополая хромосома, которой обладают мужчины, неизменно передается от матери. Интересным примером является распространенный тип дальтонизма, известный как дальтонизм. Нормальное цветовое зрение передается по наследству, и детерминанты, которые его устанавливают, находятся в половых хромосомах. Иногда встречается человек, у которого эти детерминанты дефектны. Если этот человек мужчина, он будет дальтоником, но если женщина - нет, если только обе половые хромосомы не дефектны в этом отношении, поскольку нормальное цветовое зрение доминирует над дальтонизмом; таким образом, если одна половая хромосома нормальная, то и зрение тоже будет нормальным. Женщина в этом случае будет гибридом в отношении цветового зрения; одна из ее половых хромосом содержит нормальный детерминант, другая - дефектную.

В области наследственности это работает следующим образом: если дальтоник женат на женщине, у которой в наследственности нет дальтонизма, ни один из его детей не будет дальтоником, потому что он не может передать половые хромосомы, несущие определители дальтонизма, своим сыновьям, а только своим дочерям; все последние будут гибридными по признаку характера, поскольку все они происходят от оплодотворенных яйцеклеток, которые получили половые хромосомы из спермы. Если эти дочери, в свою очередь, выйдут замуж за мужчин, свободных от дальтонизма, некоторые из их сыновей могут быть дальтониками, но ни одна из их дочерей ими быть не может. Единственный способ, которым женщины могут страдать дальтонизмом по наследству, - это происхождение от отцов-дальтоников и от матерей, которые либо сами являются дальтониками, либо являются гибридами по этому признаку. Результатом этого различия в наследственности двух полов является то, что дальтонизм среди мужчин встречается во много раз чаще, чем среди женщин. В круглых цифрах четверо мужчин из каждой ста страдают этим типом дальтонизма, в то время как только шесть или семь женщин из десяти тысяч проявляют его.

Мы оставили для обсуждения только одну тему, касающуюся наследственности, но это самая запутанная из всех, поскольку она касается проблемы того, как возникли различные виды определителей. Очевидно, что если бы одному родителю были даны все определители из больших букв, а другому - все определители из маленьких, мы могли бы в течение многих поколений получить великое разнообразие комбинаций и, следовательно, великое множество индивидуумов с разной внешностью. Но до тех пор, пока у нас не будет различных видов определителей для начала, это невозможно сделать никаким способом. Мы не претендуем на то, что знаем очень много о том, как появились бесчисленные существующие определители, но у нас есть одна зацепка, которая, как считается, указывает путь. У некоторых животных и многих растений потомки время от времени проявляют себя настолько непохожими на своих предков, что не подлежат ответственности в соответствии с обычными законами наследственности. Они давно известны, и заводчики применили к ним название "спорт". С тех пор как были изучены факты о детерминантах, стало ясно, что у этих "видов спорта" не могут быть все детерминанты, подобные тем, что присутствуют у их родителей, и стало считаться, что иногда внутри отдельных детерминантов происходят спонтанные изменения. Поскольку определители, несомненно, представляют собой сложные химические структуры, мы не знаем причин, по которым этого могло бы не произойти. Вероятно, это гораздо более распространенное явление у некоторых видов растений и животных, чем у других. Название "мутант" было применено к растению или животному, у которого это произошло, и этот процесс называется "мутацией". Это важно, поскольку это наиболее вероятный способ возникновения бесчисленных видов определителей, которые сейчас существуют.

Мы предполагаем, что с тех пор, как жизнь впервые появилась на земле, произошло бесчисленное количество мутаций, значительно большее, чем сейчас представлено определителями. Многие мутанты не могли конкурировать со своими братьями и сестрами обычного происхождения и поэтому быстро умирали, но иногда могло случиться так, что мутант

оказывался столь же приспособленным к жизни, как и его родственники, и в этом случае он утверждался и со временем становился предком целой линии, подобной ему самому. Если бы это происходило достаточно часто и на это было отведено время, все виды растений и животных, которые существуют сейчас, возможно, произошли бы от очень немногих предков. Геологическая история земли показывает, что времени было предостаточно, хотя ценные мутации происходили не чаще одного раза в тысячу лет.

Наше описание сохранения расы следует завершить описанием развития оплодотворенной яйцеклетки. Уютно устроившись в теле матери, в органе, предназначенном исключительно для этой цели, яйцеклетка быстро проходит ранние стадии развития, питаясь сначала жирами и белками, запасенными внутри нее. После того, как они исчерпаны, он черпает запасы из жидкостей организма матери. В течение нескольких недель он разработал свою собственную конвейерную систему, со своим собственным бьющимся сердцем и собственным запасом крови. Кровь развивающегося ребенка на самом деле никогда не смешивается с кровью матери; капилляры материнского кровообращения вступают в тесный контакт с капиллярами кровообращения ребенка. Здесь происходит обмен всевозможными веществами; пища и кислород переходят из крови матери в кровь ребенка, а отходы жизнедеятельности из крови ребенка в кровь матери. Все это время мать ест, дышит и выводит шлаки за двоих. Она не может оказывать никакого нервного воздействия на развивающегося ребенка, поскольку между ее нервной системой и нервной системой ребенка нет никакой связи; однако она может оказывать на него химическое воздействие через кровь. Яды, попадающие в кровь матери, могут перейти из нее в кровь ребенка. Это могут быть яды аутоинтоксикации или наркотики, которые принимала мать. В любом случае они могут причинить ребенку вред. Мы не очень много знаем об этом, но, возможно, значительный процент детей, которые рождаются с ненаследственными отклонениями, появляются у них в результате химического воздействия, получаемого из крови матери.

Когда развитие ребенка зашло достаточно далеко, чтобы оно могло самостоятельно дышать, питаться и выводить отходы жизнедеятельности, оно изгоняется из тела матери в процессе, который мы знаем как рождение. Это ни в коем случае не означает, что родительская забота и ответственность подошли к концу. Необходимо обеспечить ребенка едой, защитой и теплом. Необходимо уделять внимание воспитанию, поскольку нервная система новорожденного абсолютно неразвита. Благодаря наследственности у него есть определенные возможности достижения; их реализация зависит от применения полезных воздействий. Ожидается, что по достижении зрелости ребенок займет свое место в обществе, а общество имеет право на лучшее, что он в состоянии предложить. При подготовке к этому долг как родителей, так и самого общества - обеспечить на протяжении всего периода становления ребенка как можно более благоприятные условия для развития тех черт характера, которые делают его полезным. Окружающая среда не может преодолеть ограничения наследственности, но она может выявить лучшее, что есть в нас.

ГЛАВА XXI

РЕБЕНОК И МУЖЧИНА

ЕВСЕМ знакома соблазнительно беспомощная картина, которую представляет собой крошечный младенец. Непропорционально большая голова с бесцельно вращающимися глазами и беззубым ртом, хрупкие конечности, размахивающие в воздухе или судорожно хватающиеся за все, что находится в пределах досягаемости, невыразительное лицо, на котором в первые несколько дней регистрируются только ощущения дискомфорта, - все это указывает на существо, выживание которого полностью зависит от неустанной заботы; это далеко от компетентной самодостаточности среднего человека зрелых лет. Эти поверхностные признаки беспомощности ни в коем случае не являются самыми значительными. Скрытые от посторонних глаз под мягкой и бархатистой кожей характеристики имеют еще большее значение для тех, на кого ложится ответственность за воспитание новой жизни.

На момент рождения костный скелет очень неполон; есть место чуть выше лба, где кости черепа еще не срослись полностью, оставляя пространство, где мозг защищен от повреждений только вышележащей кожей. Это пятно можно легко обнаружить у очень маленьких младенцев по его пульсации в такт ударам сердца. В большинстве других костей отложение известковых солей, которым они обязаны своей жесткостью, уменьшилось лишь незначительно, так что ребенок не смог бы стоять или ходить, даже если бы он умел. В этом отношении контраст между человеческим младенцем и новорожденными таких животных, как лошади или крупный рогатый скот, очень разителен, поскольку последние ходят, спотыкаясь, почти с момента рождения и эффективно в течение нескольких часов после него.

У младенца не только нет зубов, но и во многих других отношениях его пищеварительный аппарат неразвит. Он не только не в состоянии пережевывать твердую пищу, но и не смог бы переварить большую ее часть, если бы ее подавали уже пережеванной. В первые месяцы жизни ребенок придерживается строгого режима питания. Его пищеварительный тракт успешно справляется со смесью белков, жиров и сахаров, из которых состоит молоко, при условии, что пропорции в значительной степени соответствуют пропорциям материнского молока и его количество при кормлении не слишком велико. Он может это делать, потому что ферменты, необходимые для переваривания этих конкретных веществ, вырабатываются его пищеварительными железами с самого начала, а также потому, что мышцы его желудка и кишечника могут взбивать и продвигать мягкий творог, в который превращается молоко, как только оно попадает в желудок. Тот факт, что коровье молоко превращается в жесткий творог, объясняет большую часть трудностей, с которыми сталкиваются некоторые дети, питающиеся коровьим молоком.

В молоке нет крахмала, и ни слюна, ни сок поджелудочной железы младенца не содержат фермента, с помощью которого переваривается крахмал. Совершенно бесполезно начинать кормление продуктами, содержащими крахмал, до тех пор, пока этот фермент не начнет вырабатываться, что обычно происходит, когда ребенку исполняется около восьми месяцев. Даже в этом случае введение крахмала в рацион должно быть постепенным и осторожным.

Современная наука не обнаружила лучшей пищи для младенцев, чем материнское молоко, и в целом не нашла более удовлетворительного заменителя, чем соответствующим образом модифицированное коровье или козье молоко. В современных условиях жизни, особенно в городах, где молоко приходится перевозить на большие расстояния и где обязательно проходит много времени, прежде чем молоко попадет в руки потребителя, существует серьезная опасность заражения молока болезнетворными микробами. Во всех просвещенных сообществах эта опасность полностью осознается, и все запасы молока, насколько это возможно, но особенно та

его часть, которая предназначена для кормления детей, охраняются всеми доступными средствами. Довольно надежным показателем степени просвещенности любого сообщества является качество молока, которое получают его дети. Одним из недавних открытий значительной важности и, кстати, интересной иллюстрацией того, как можно выработать правильную процедуру, опережающую научные знания, которые ее оправдывают, является открытие, что апельсиновый сок содержит один из диетических компонентов, известный как витамины, необходимые для здоровья и присутствующие в сыром молоке, но разрушающиеся при нагревании молока. В течение многих лет врачи рекомендовали детям давать апельсиновый сок. Это жизненно важно, когда молоко необходимо пастеризовать.

И сердцебиение, и дыхание у маленького ребенка намного учащенное, чем у взрослого человека. Считается, что такая учащенность сердцебиения и частоты дыхания связаны с меньшим размером младенца по сравнению со взрослым и не имеют особого значения. Во всяком случае, в целом верно, что чем меньше животное, тем быстрее бьется его сердце и тем чаще оно дышит. Очень примечательным фактом, касающимся маленьких детей, является восприимчивость ко всевозможным воздействиям механизма, с помощью которого контролируется дыхание. Каждый мимолетный интерес проявляется в усиленном дыхании. Сильные эмоции часто приводят к такому чрезмерному дыханию, что из крови ребенка вытягивается значительная часть запасенного в ней углекислого газа, после чего учащенное дыхание сменяется длительной задержкой дыхания. Многие молодые матери были серьезно встревожены тем, как долго их отпрыск в состоянии истерики способен воздерживаться от того, чтобы перевести дыхание. Вопреки внешнему виду вещей, который указывал бы на то, что ребенок задерживает дыхание назло и в надежде поквитаться со своим родителем, остановка дыхания происходит в значительной степени или полностью автоматически, указывая на то, каким образом нервные и химические воздействия взаимодействовали, приостанавливая дыхание.

Ребенок рождается со всеми своими мышцами на месте, и все они полностью сформированы в том смысле, что каждое мышечное волокно, которое когда-либо будет у ребенка, было произведено до рождения. Фактически, как только установлено полное оснащение мышечными волокнами, организм теряет способность образовывать новые, так что, если из-за травмы человеку настолько не повезло, что некоторые из его мышечных волокон были разрушены, ему всю оставшуюся жизнь придется обходиться теми, что остались. Пробелы в мышечной ткани, образовавшиеся в результате травм, заполняются разновидностью соединительной ткани, известной как рубцовая ткань. Все мышечные волокна присутствуют, но они меньше и слабее, чем будут позже.

Связи между мышцами и нервами также довольно хорошо налажены во время рождения, так что тело и конечности могут двигаться свободно, даже если совсем не эффективно.

При рождении и даже до него формируются не только двигательные нервы, связанные с мышцами, но и чувствительные нервы и большая часть центральной нервной системы также готовы начать функционировать. Некоторые рефлекторные действия, в том числе те, которые требуют довольно сложной мышечной и нервной координации, выполняются очень скоро после рождения. Одним из известных примеров, который часто приводился как имеющий тенденцию укреплять веру в происхождение человека от предков, обитавших на деревьях, является сгибание пальцев вокруг тонкого стержня, который прижимается к ладоням. У большинства совсем крошечных младенцев хватка, зафиксированная таким образом, достаточно сильна, чтобы ребенка можно было поднять и удерживать в воздухе, полностью опираясь на его собственную хватку. Чихание, которое на самом деле является очень сложным действием, требующим четкого взаимодействия многих мышц, успешно выполняется очень маленькими младенцами. Рефлекс сосания, имеющий первостепенное значение, поскольку без него ребенок почти неизбежно умер бы с голоду, присутствует практически с рождения. Другим важным ранним рефлексом является рефлекс плача. Любопытно, что этот рефлекс, с помощью которого обнаруживается телесный

дискомфорт и с помощью которого может быть вызвано облегчение, проявляется в самый момент рождения, в связи с первым вдохом, в то время как противоположный рефлекс смеха, с помощью которого выражается телесное благополучие, проявляется только через несколько недель или даже месяцев.

Трудно точно определить, насколько далеко продвинулись в своем развитии органы чувств к тому времени, когда младенец начинает свое самостоятельное существование. О том, что прикосновение и те чувства, которые связаны с телесным дискомфортом, из которых боль является наиболее важной, действуют с самого начала, свидетельствует возникновение описанных выше рефлексов, которые приводятся в действие этими конкретными чувствами. Есть веские основания полагать, что чувство голода проявляется самое позднее в течение двух-трех дней. У чувства жажды не так много шансов проявиться в раннем возрасте, поскольку при исключительно жидком питании и разделении кормлений всего на несколько часов нет причин, по которым ребенок должен испытывать жажду. По мере того как кормления становятся менее частыми, и особенно по мере того, как начинает добавляться твердая пища, возникает реальная опасность того, что ребенку может не хватать воды.

Мышечное чувство и чувство равновесия, если они вообще присутствуют, поначалу должны находиться в очень несовершенном состоянии. Кажется, что они отличаются от чувств, описанных до сих пор, тем, что их развитие зависит от практики. Во всяком случае, вначале движения тела в основном бесцельны, и можно заметить, что ребенок, по-видимому, экспериментирует со своими конечностями, неоднократно устанавливая их в определенные положения и, по-видимому, добиваясь таким образом точности. Движения глаз, и особенно те, при которых оба глаза фокусируются на одном объекте, зависят в своей точности от работы мышечного восприятия. По оценке родителей, отчетливый признак прогресса регистрируется в тот момент, когда ребенок впервые следит глазами за движением. Как только он делает это точно, а также направляет оба глаза на какой-либо объект, становится известно, что его мышечное восприятие работает эффективно, по крайней мере, в том, что касается глазных мышц. Чувство равновесия впервые проявляется, когда совершаются реальные уравнивающие движения тела.

Чувства вкуса и обоняния могут в какой-то степени функционировать у очень маленьких детей, но сомнительно, обладают ли они той широтой или остротой, которые проявятся позже в жизни. Распознавание неприятных вкусов или запахов, по-видимому, появляется раньше, чем оценка приятного. Это находится в соответствии с общим фактом, что реакции самозащиты развиваются очень рано.

Слух и зрение, вероятно, находятся в рабочем состоянии практически с рождения. Обычно для проверки зрения новорожденного пропускают свет прямо перед глазами. Если зрение присутствует, будет наблюдаться некоторое заметное движение глаз, предполагающее, что глаза пытаются следить за движущимся светом. Нет оснований полагать, что существует такая вещь, как определенный взгляд на объекты в столь ранний период. До тех пор, пока глаза продолжают бесцельно вращаться, и до того, как они начнут точно фокусироваться, они, скорее всего, озабочены различиями между светом и тенью, чем восприятием формы или размера. В целом, мы можем сказать о чувствах, что те, которые непосредственно связаны с телесным дискомфортом, при рождении или вскоре после него развиты примерно так же полно, как и всегда, в то время как те, которые связаны с общим приспособлением организма к окружающей среде, достигают полной эффективности более постепенно.

Высшие отделы мозга, особенно те, которые связаны, с одной стороны, с психической жизнью (головной мозг), а с другой - со сложными рефлекторными актами, связанными с передвижением (мозжечок), не готовы начать активное функционирование к моменту рождения ребенка. Действительно, некоторые части мозжечка не приобретают окончательной формы в течение от восьми месяцев до двух лет после этого. Некоторые считают, что вопрос о том, рано или поздно

ребенок научится ходить, зависит, по крайней мере частично, от того, как скоро его мозжечок достигнет полного развития.

Большинство родителей полностью осознают важность обильного теплого укрывания, когда их детей приходится выводить на мороз, но гораздо меньше осознают вред, который может нанести слишком много одежды в очень жаркую погоду. Особое значение имеет предотвращение воздействия резких перепадов температуры. Взрослый приспосабливается к ним более или менее автоматически, в то время как младенец делает это лишь в ограниченной степени.

Наконец, влияние младенца на жизнь, то качество, которое мы знаем как прочность или жизнестойкость, гораздо слабее, чем это будет через несколько лет. Мало того, что восприимчивость ко многим видам инфекционных заболеваний намного выше, а способность противостоять им намного меньше, но и пагубное воздействие ядов, поступающих с пищей или вдыхаемых с воздухом, более выражено. Таким образом, затхлый воздух трущоб, насыщенный отходами от немытых тел и нечистой одежды, будучи достаточно тяжелым для среднего взрослого человека, смертельно опасен для всех, кроме самых выносливых младенцев. Даже в обычно ухоженном доме, особенно в зимнее время, когда вентиляцией часто пренебрегают, воздух в доме имеет тенденцию становиться неудовлетворительным с точки зрения благополучия ребенка.

Мудрый родитель, а мудрым он должен быть в это время, ослабляет свою заботу ровно по мере того, как ребенок обретает способность делать все самостоятельно. Поскольку физическое развитие происходит быстрее, чем умственное, тщательный надзор за питанием, одеждой и физическими занятиями необходим только в ранние годы, но задача формирования посредством медленных процессов воспитания такого склада ума, который сможет внести свой вклад в преодоление трудностей, с которыми сталкиваются грядущие поколения, - это та, которой вполне могут быть посвящены лучшие мысли и усилия не только родителей, но и организованного общества в целом.

Типографские ошибки, исправленные переписчиком etext:

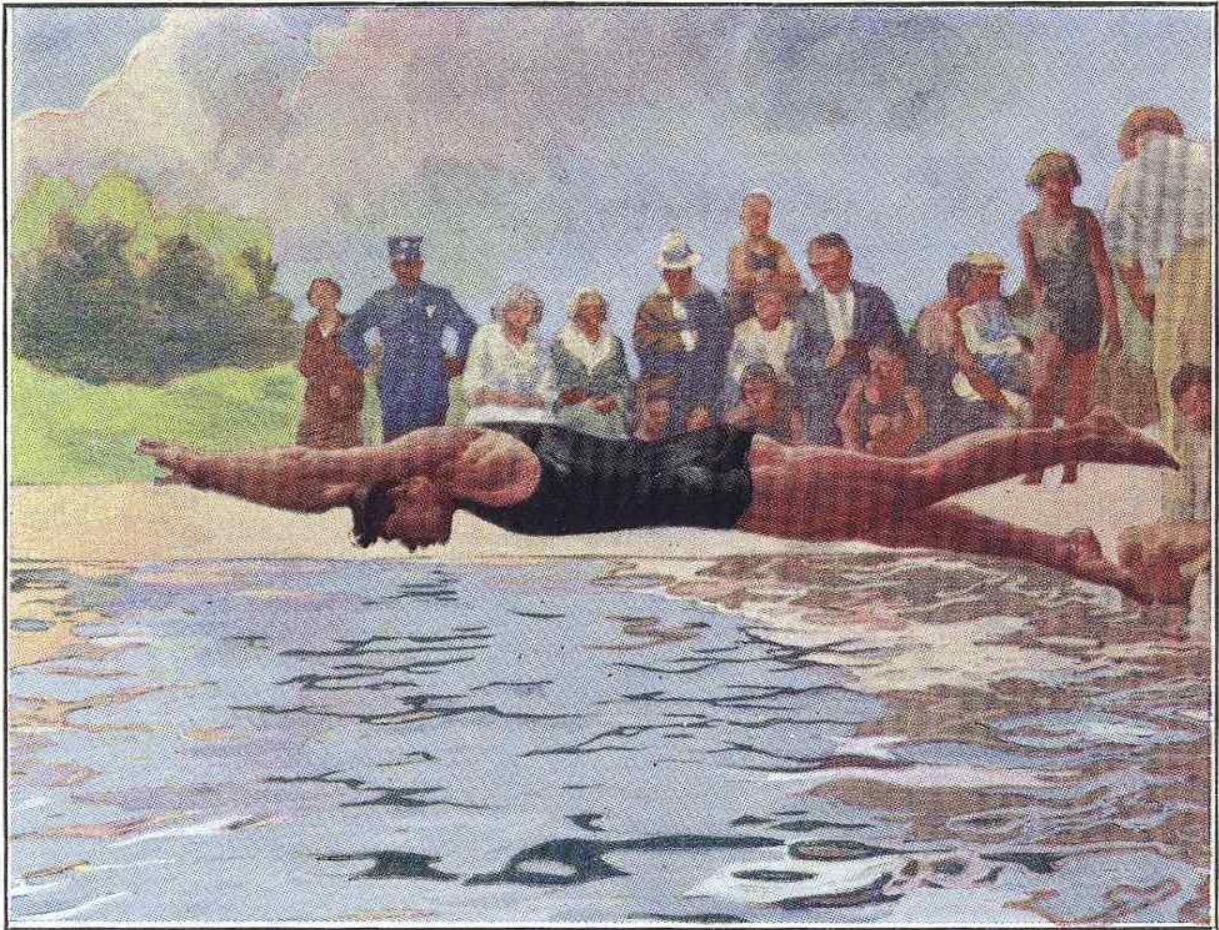
что их меньшая **кривизна**=> что их меньшая кривизна {стр. 114}

так же быстро, как **оно** формировалось.=> так же быстро, как оно формируется. {стр. 180}

Российский **исследователь** показал=> российский исследователь показал {стр. 240}

количество кислорода=> количество кислорода {стр. 254}

, если не удастся добыть искусственный **воздух** => если не удастся добыть искусственную помощь {стр. 303}



back



back



back

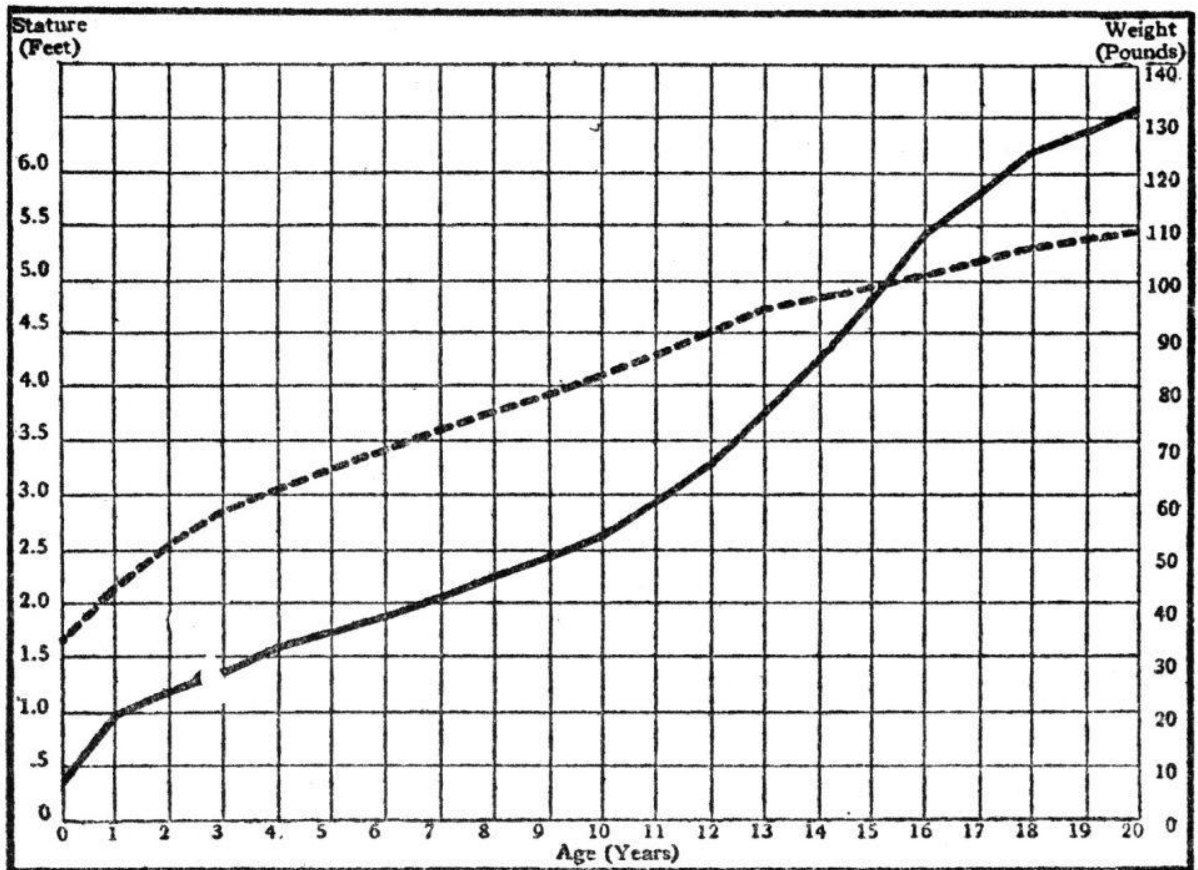
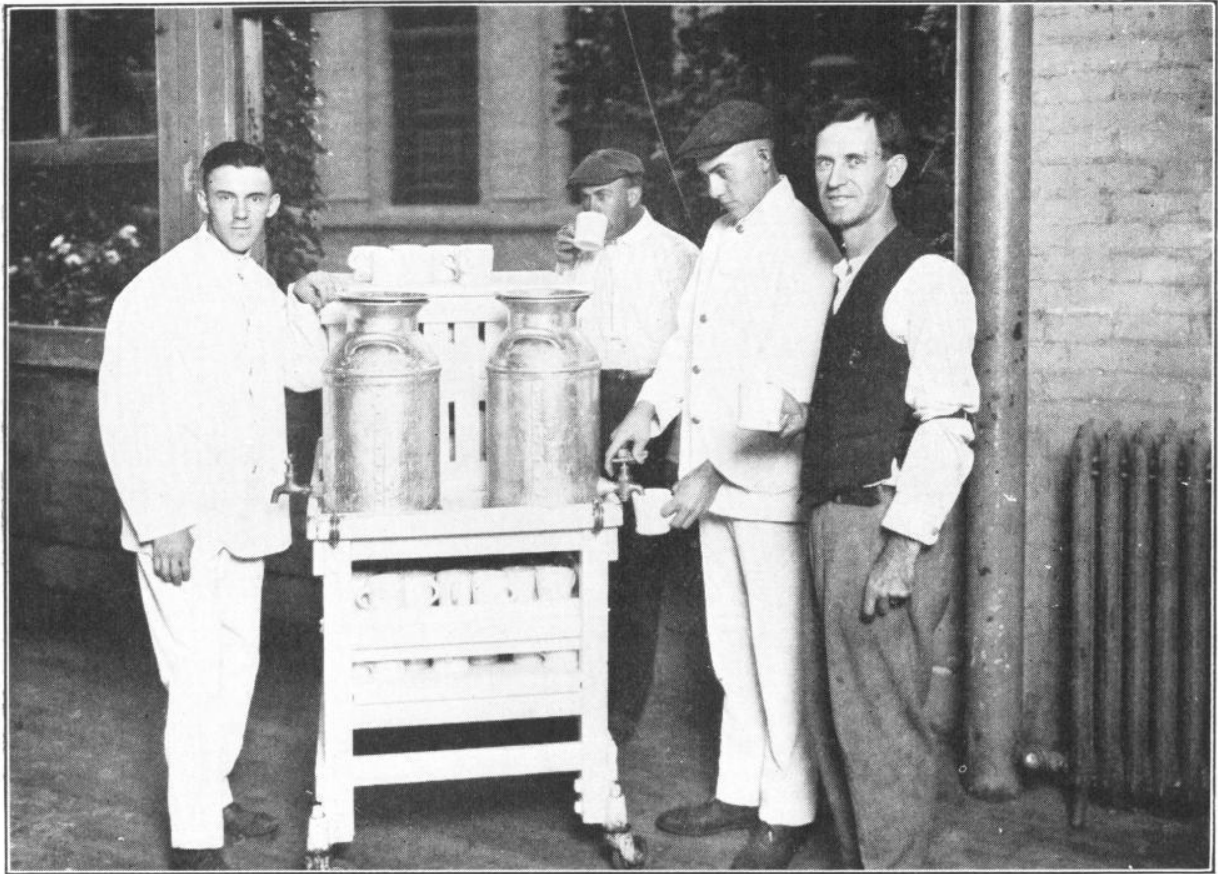


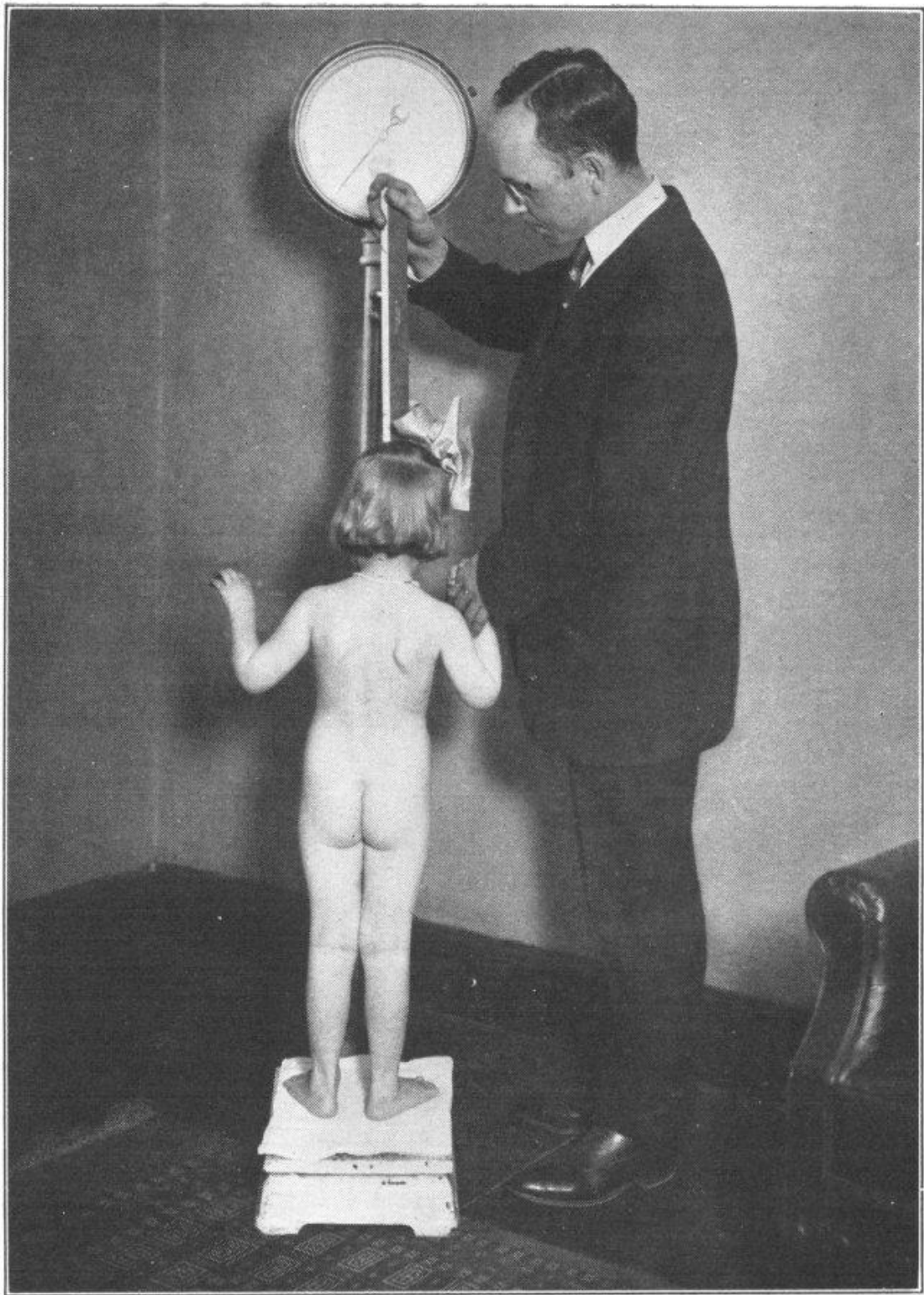
DIAGRAM SHOWING THE RATE OF GROWTH IN MAN

[back](#)



A FACTORY'S COOPERATION IN AIDING PHYSICAL FITNESS—THE UNDERWEIGHT EMPLOYEES ARE GIVEN A MILK LUNCH

[back](#)



Photo, Paul Thompson

THE WEIGHT TEST IN A CHILD'S PHYSICAL EXAMINATION TO DETERMINE HOW NEARLY IT APPROACHES CORRECT STANDARDS OF PHYSICAL DEVELOPMENT

[back](#)



**NUCLEUS OF A CELL, SHOWING
CHROMATIN NETWORK**
(After Martin's "Human Body")

[back](#)

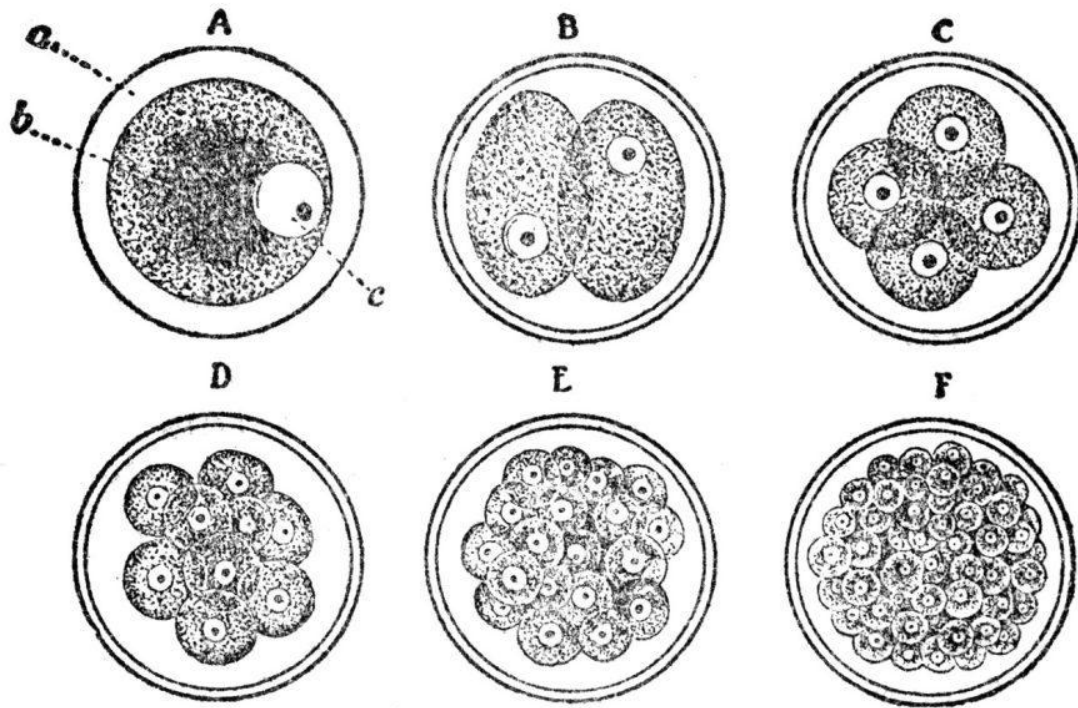


DIAGRAM SHOWING CELL SUBDIVISION

A, a cell; *B* to *F*, successive stages in its subdivision; *a*, cell-sac; *b*, cell contents; *c*, nucleus. (From Martin's "Human Body")

[back](#)

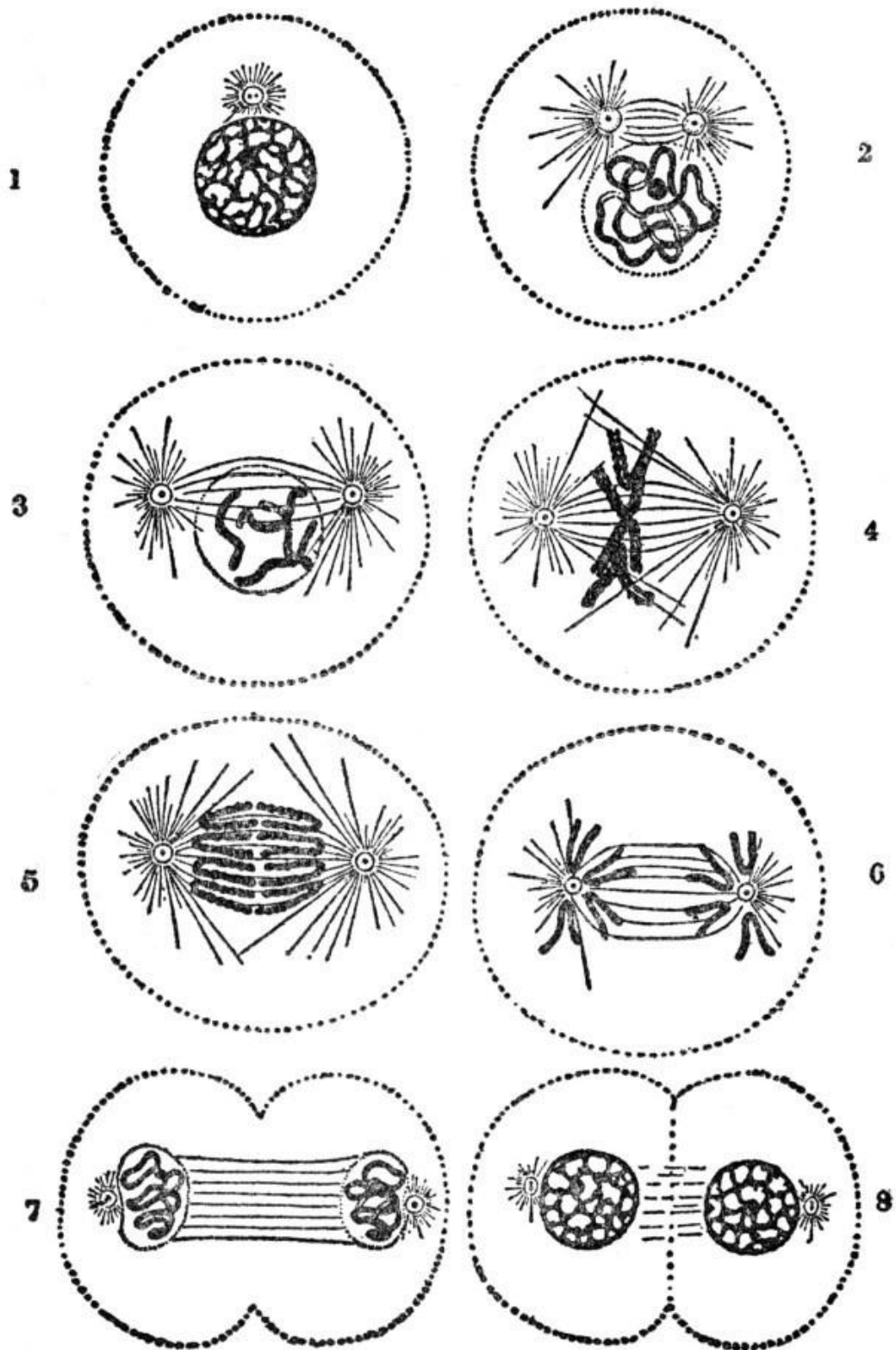


DIAGRAM ILLUSTRATING DIVISION CHANGES IN A CELL NUCLEUS
WITH FOUR CHROMOSOMES
(From Martin's "Human Body")

[back](#)

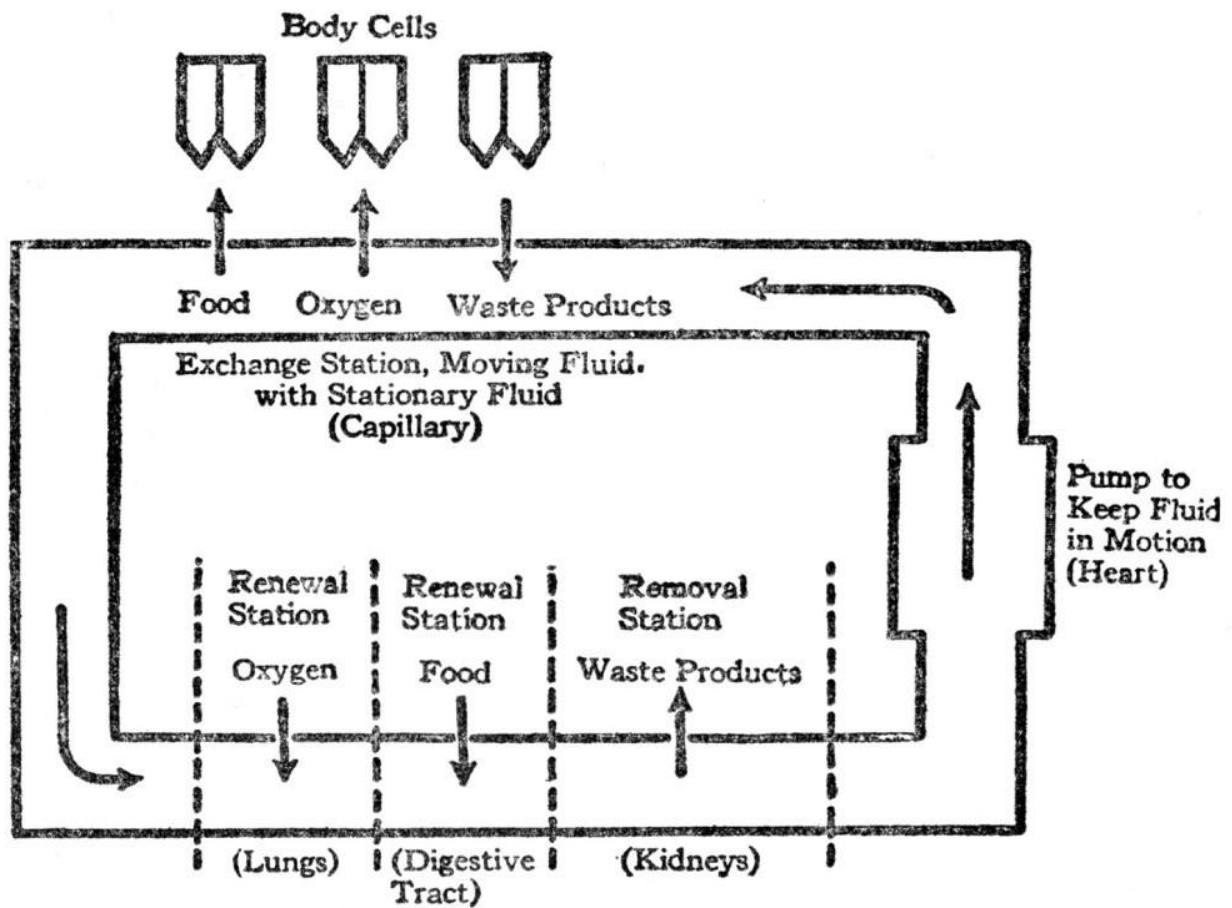
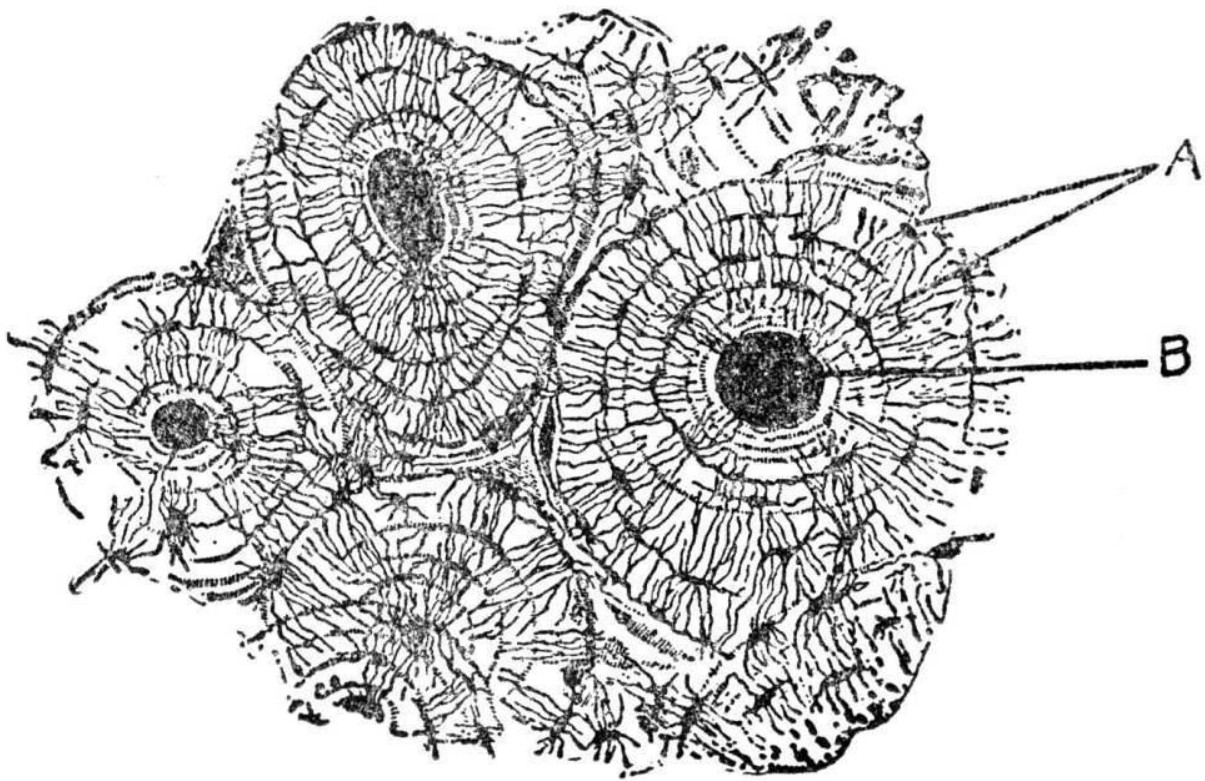


DIAGRAM SHOWING HOW THE MOVING BODY FLUID RENEWS THE STATIONARY, AND IS ITSELF RENEWED IN LUNGS, DIGESTIVE TRACT, AND KIDNEYS

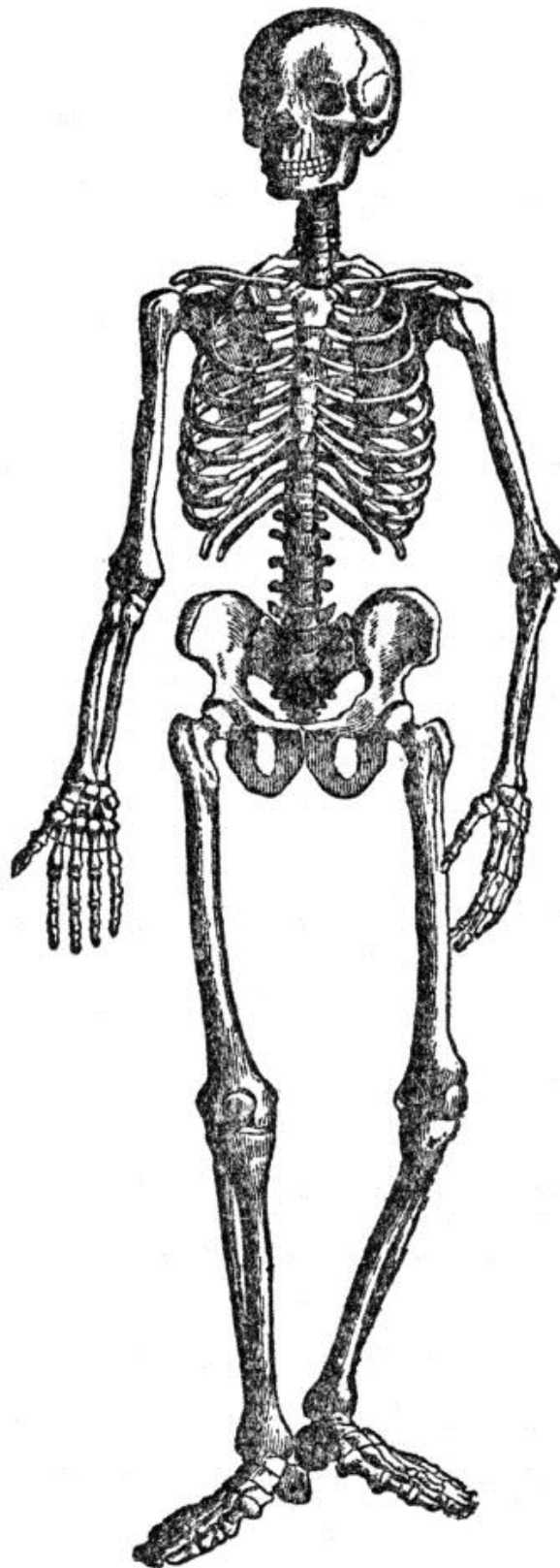
[back](#)



**CROSS SECTION OF COMPACT BONE FROM THE SHAFT
OF THE HUMERUS**

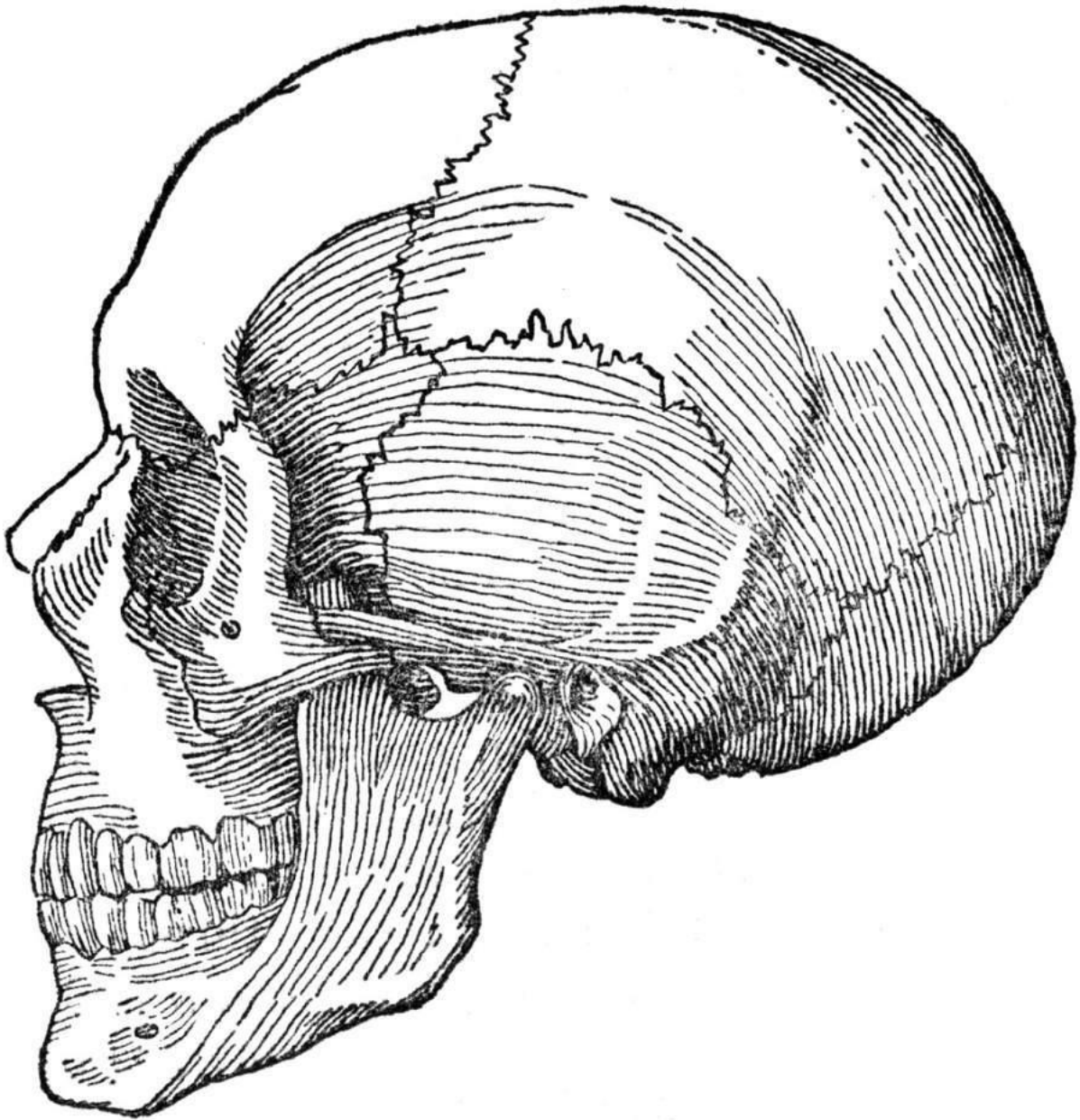
A, bone cells ; *B*, blood capillaries. (From Martin's "Human Body")

[back](#)



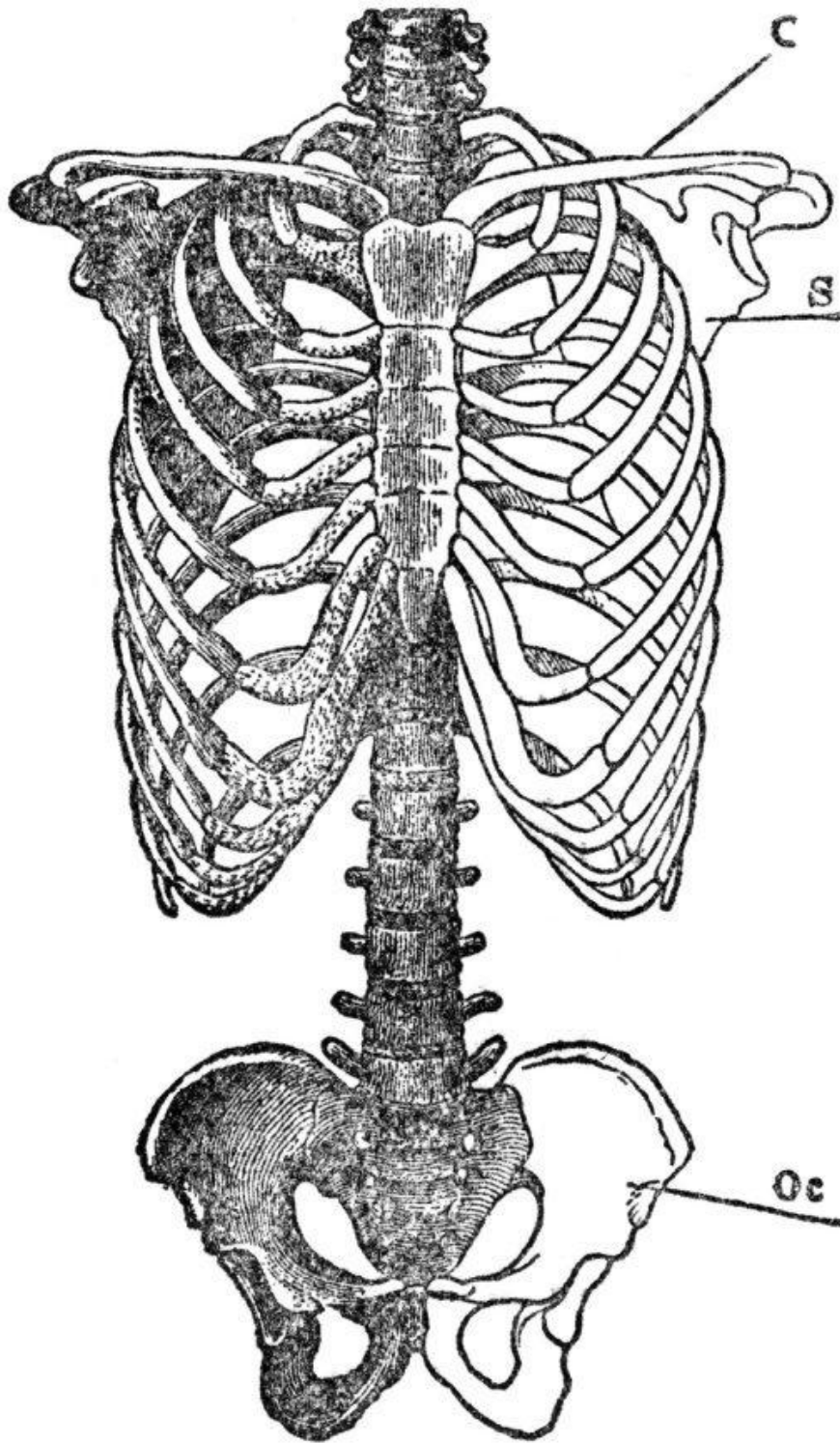
THE BONY AND CARTILAGINOUS SKELETON
(From Martin's "Human Body")

[back](#)



A SIDE VIEW OF THE SKULL

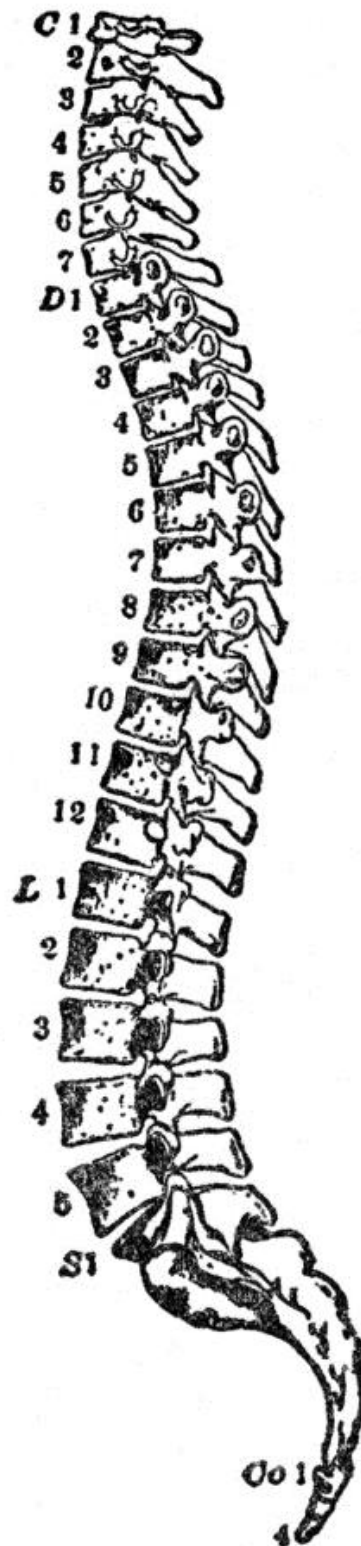
[back](#)



FRONT VIEW OF TRUNK AND LIMB ARCHES

c, collar bone; s, shoulder blade; Oc, innominate bone
(From Martin's "Human Body")

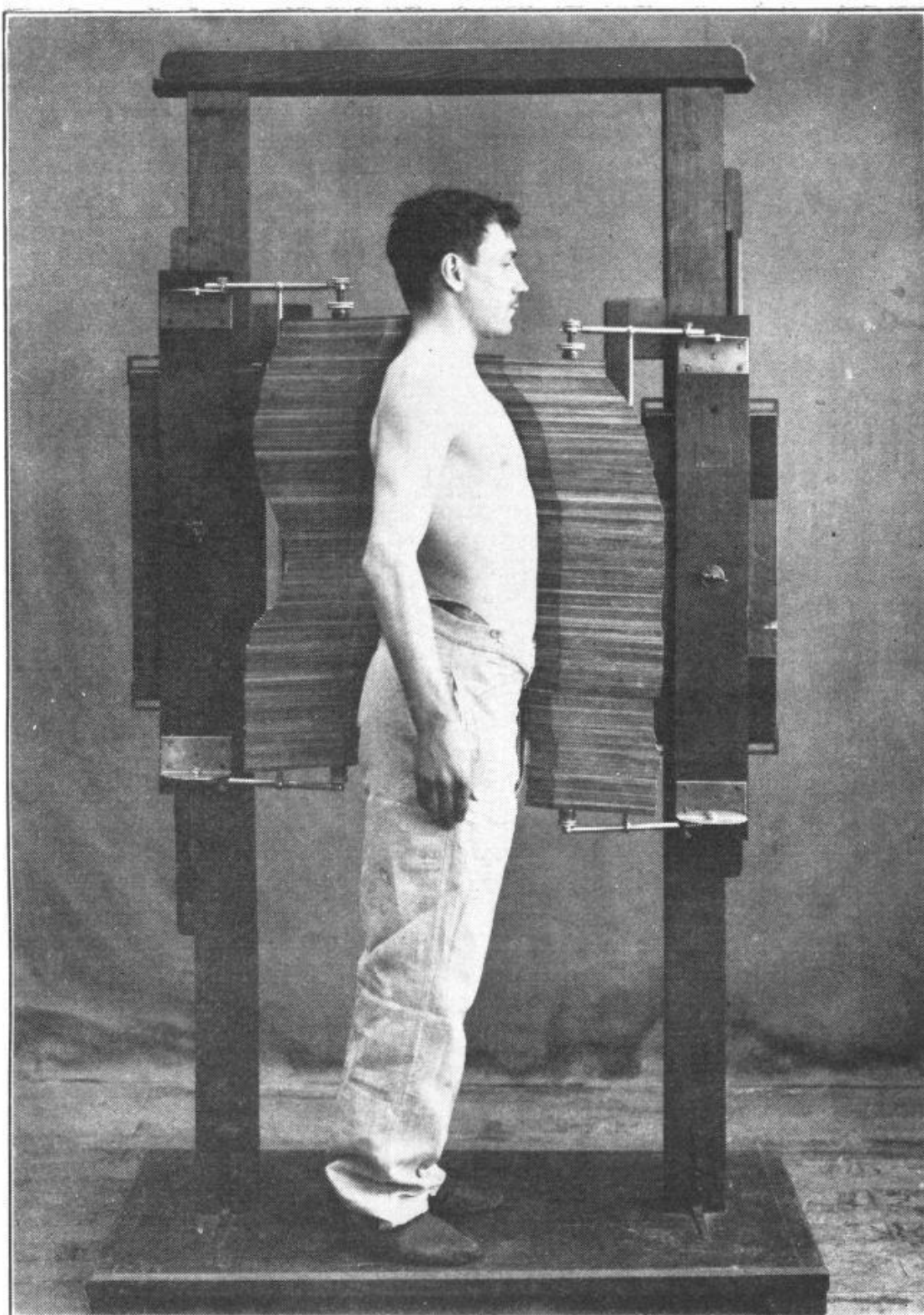
[back](#)



SIDE VIEW OF THE SPINAL COLUMN

C 1-7, cervical ; *D* 1-12, dorsal ; *L* 1-5, lumbar ; *S* 1, sacrum ;
Co 1-4, coccygeal. (From Martin's "Human Body")

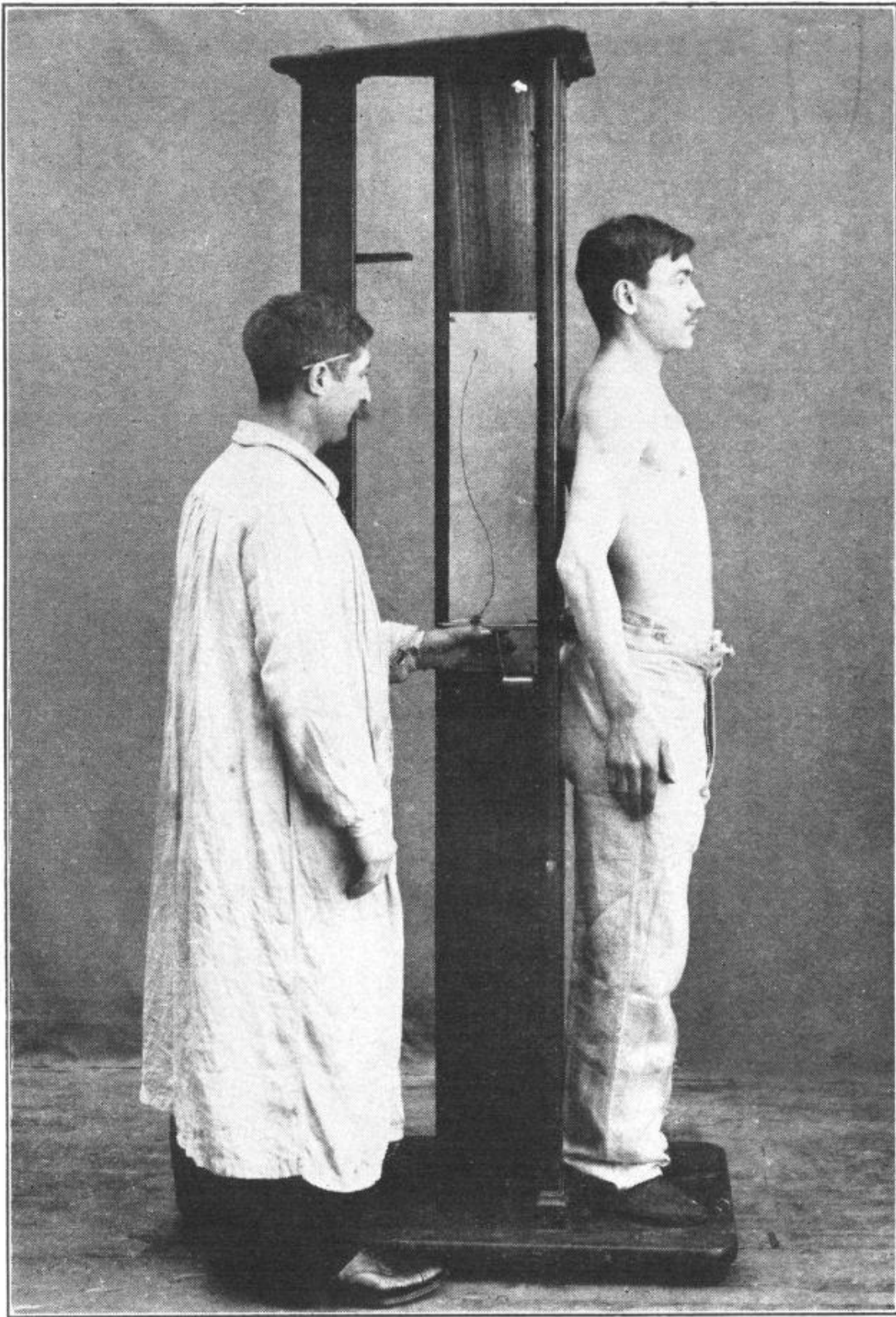
[back](#)



Photo, A. N. Mizioff

A FRENCH METHOD OF MEASURING VERTICAL CONFORMATION, CONSIDERED IMPORTANT FOR ATHLETES

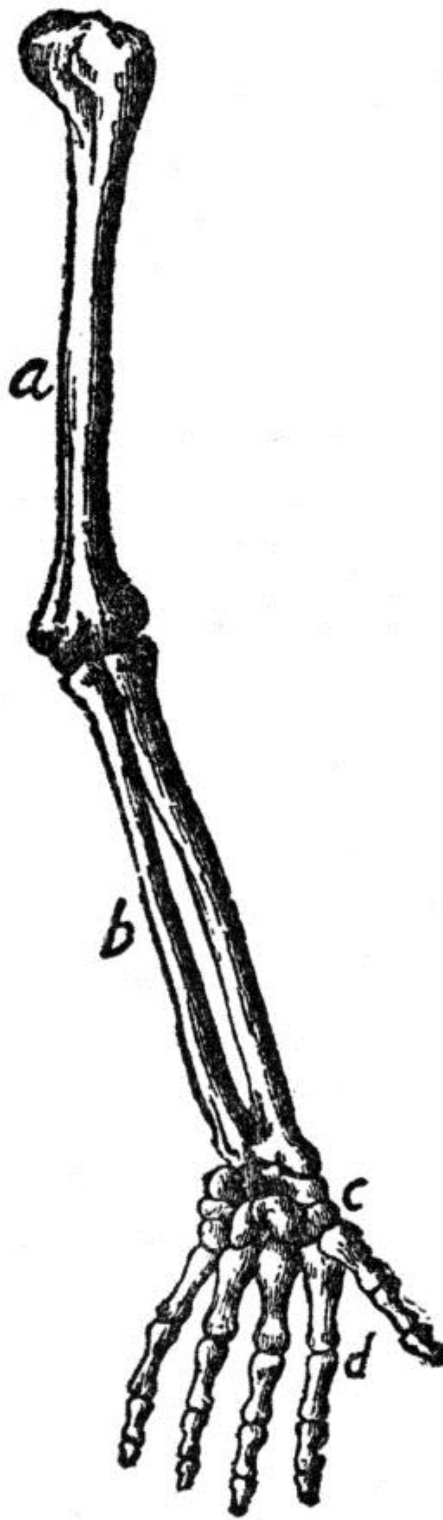
[back](#)



Photo, A. N. Mirzaoff

THE CURVE OF THE SPINE MEASURED AND DRAWN FOR
STUDY OF AN ATHLETE'S POSSIBILITIES

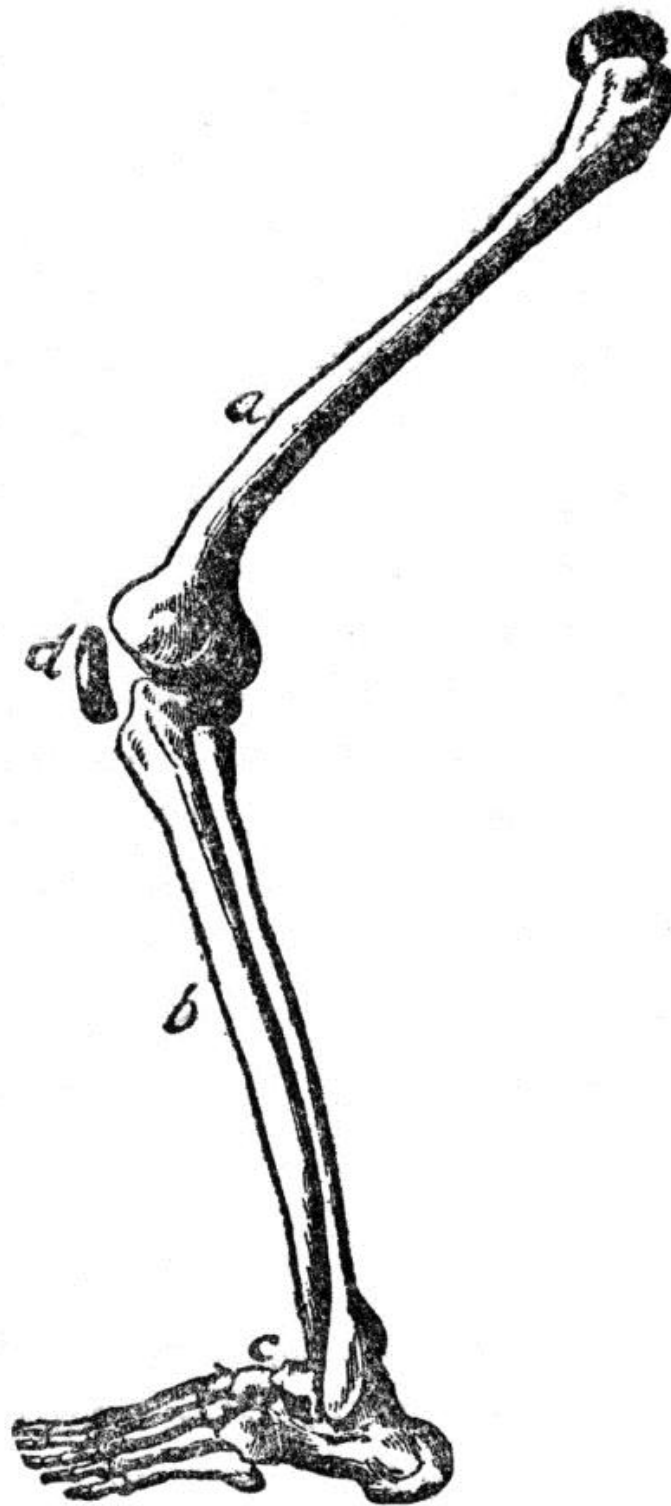
[back](#)



THE BONES OF THE ARM

a, upper arm ; *b*, forearm ; *c*, wrist ; *d*, hand
(From Martin's "Human Body")

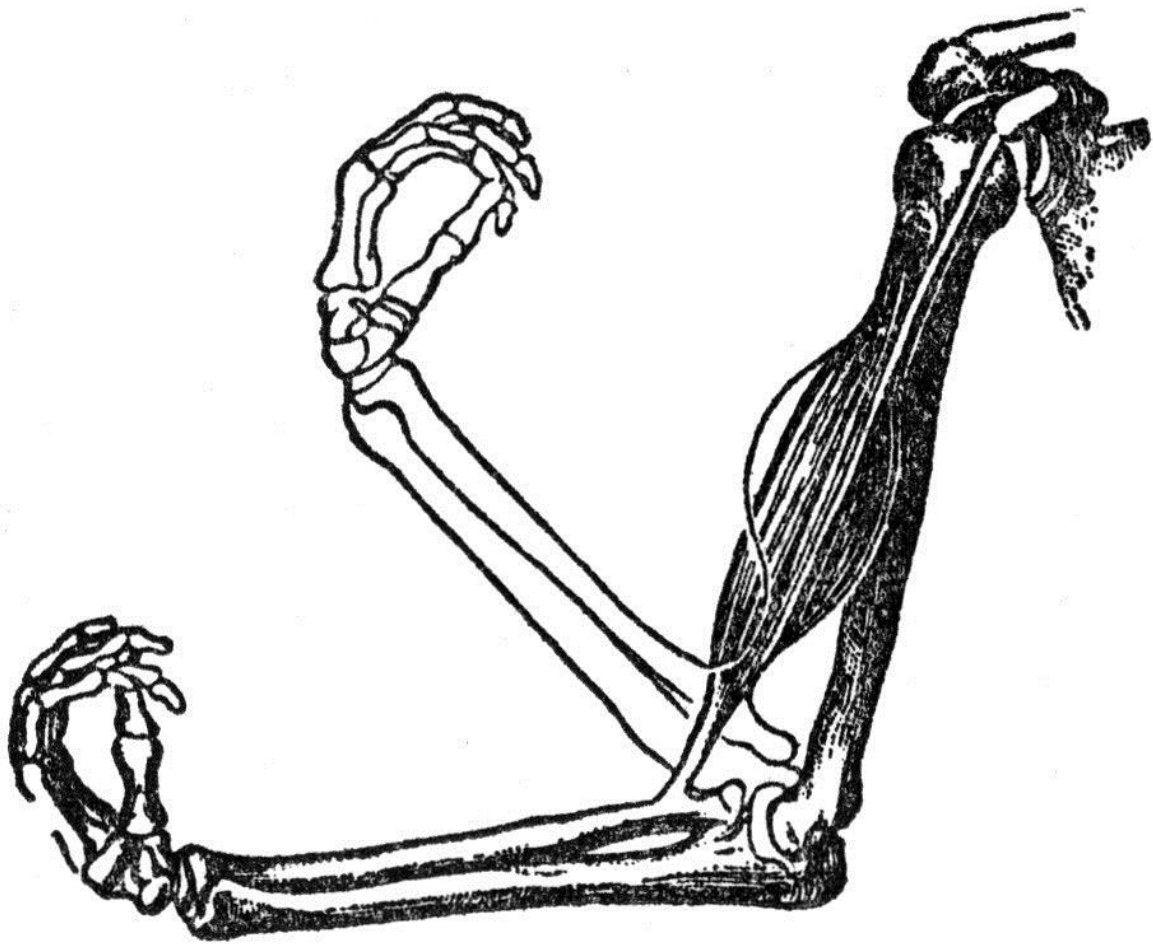
[back](#)



BONES OF THE LEG

a, thigh ; *b*, shin ; *c*, foot ; *d*, knee cap
(From Martin's "Human Body")

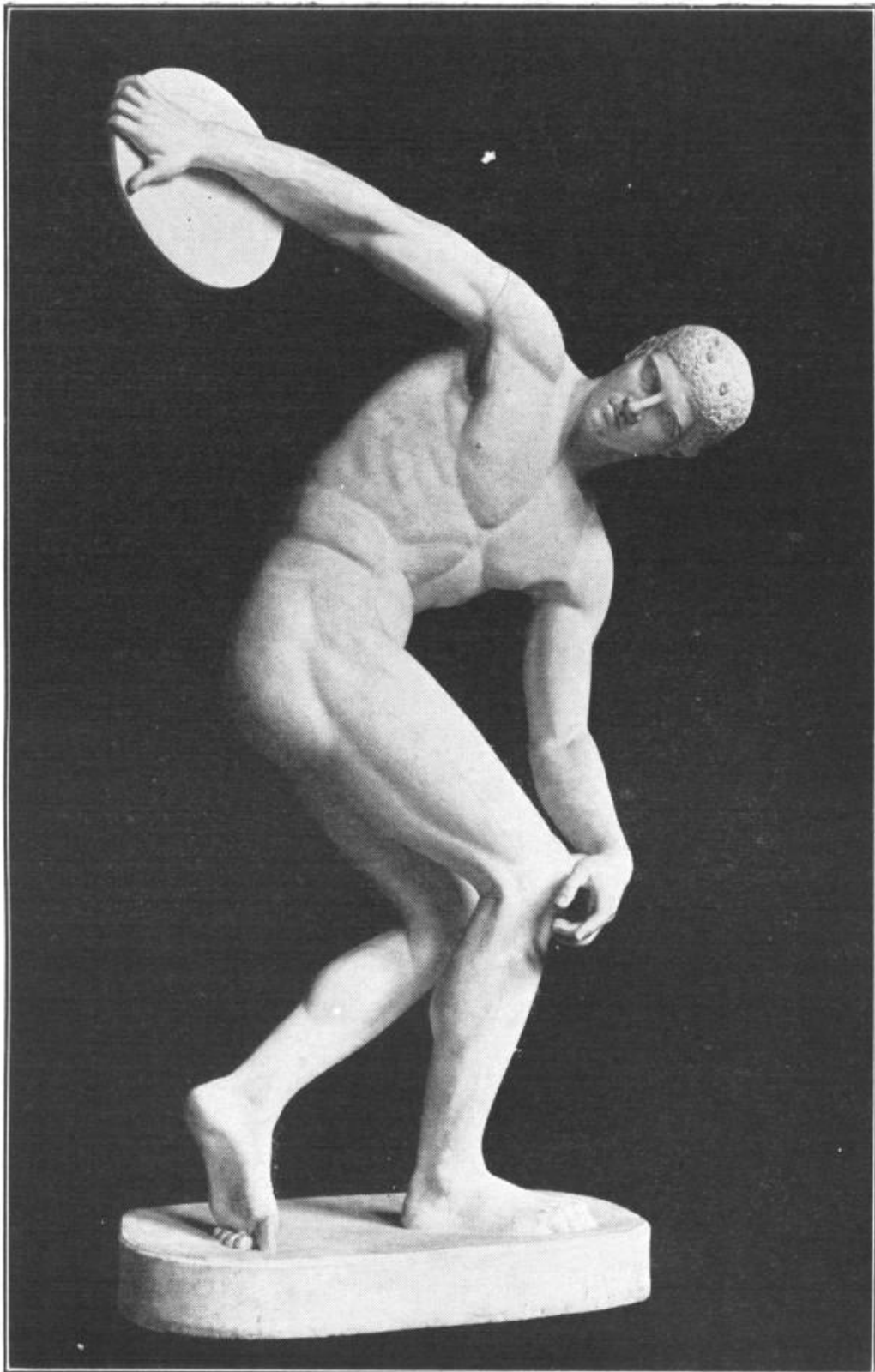
[back](#)



THE BICEPS MUSCLE AND THE ARM BONES

(From Martin's "Human Body")

[back](#)



Photo, Metropolitan Museum

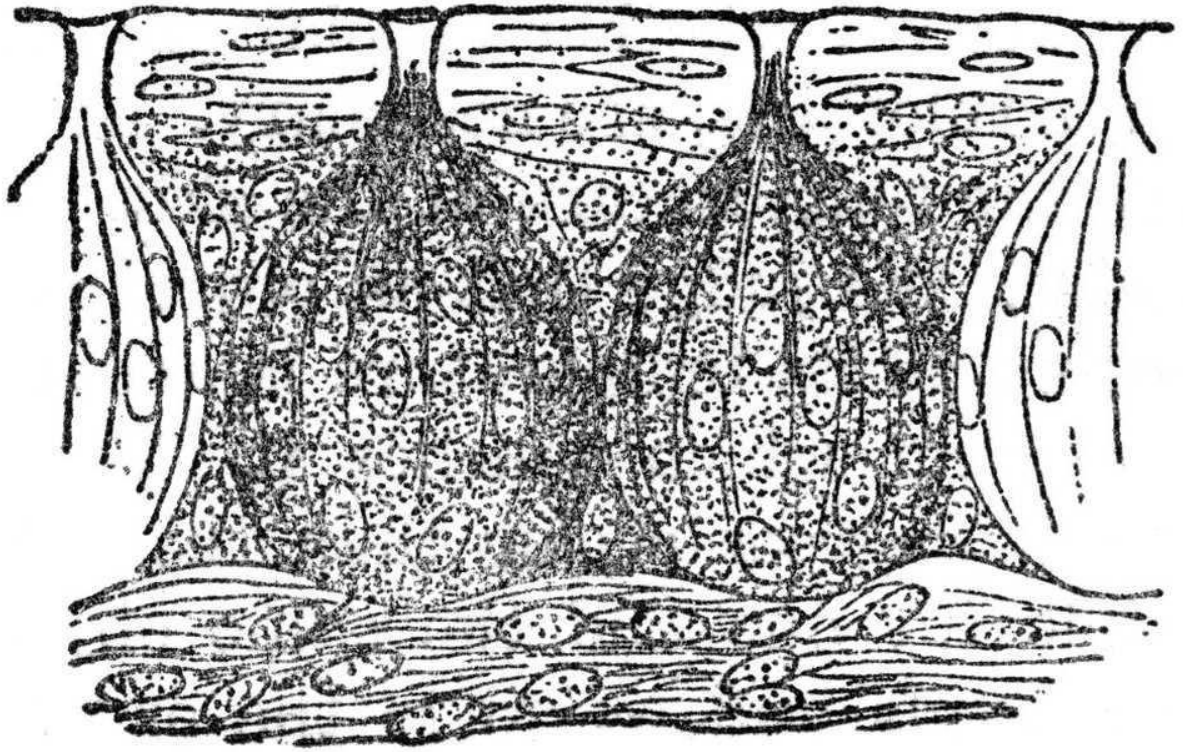
MUSCULAR DEVELOPMENT OF AN ATHLETE—THE DISCUS
THROWER OF MYRON

[back](#)



A MODERN "VICTORY"—MISS SABIE AT PRACTICE

[back](#)



TASTE BUDS

(From Martin's "Human Body")

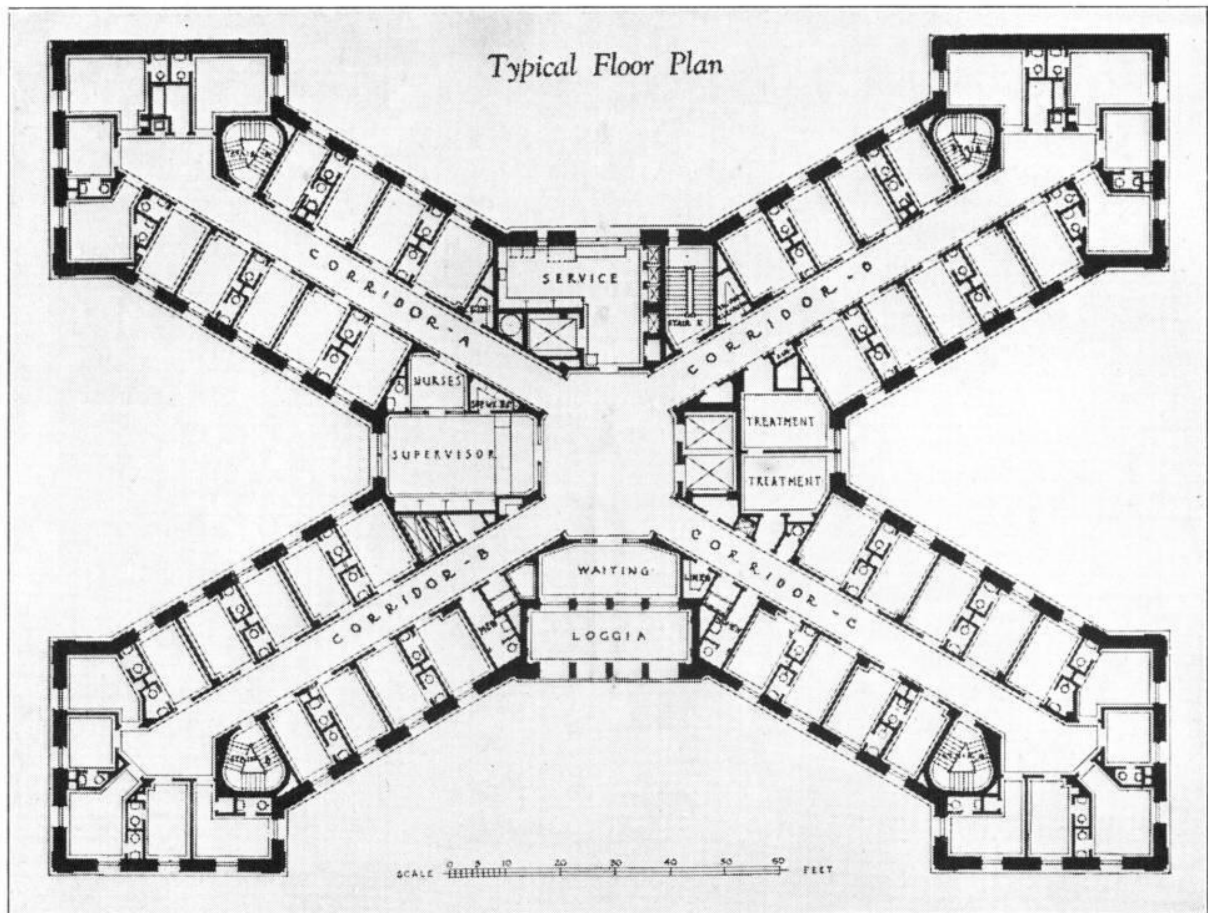
[back](#)



Photo, Fifth Avenue Hospital

A NEW HOSPITAL DESIGNED TO SUPPLY THE MAXIMUM OF LIGHT AND AIR
—CHIEF REQUISITES FOR HEALTH—TO EACH ROOM

[back](#)



Copyright, Fifth Avenue Hospital

THE ARCHITECT'S PLAN WAS MADE WITH THE NEED FOR LIGHT AND AIR
IN MIND

[back](#)

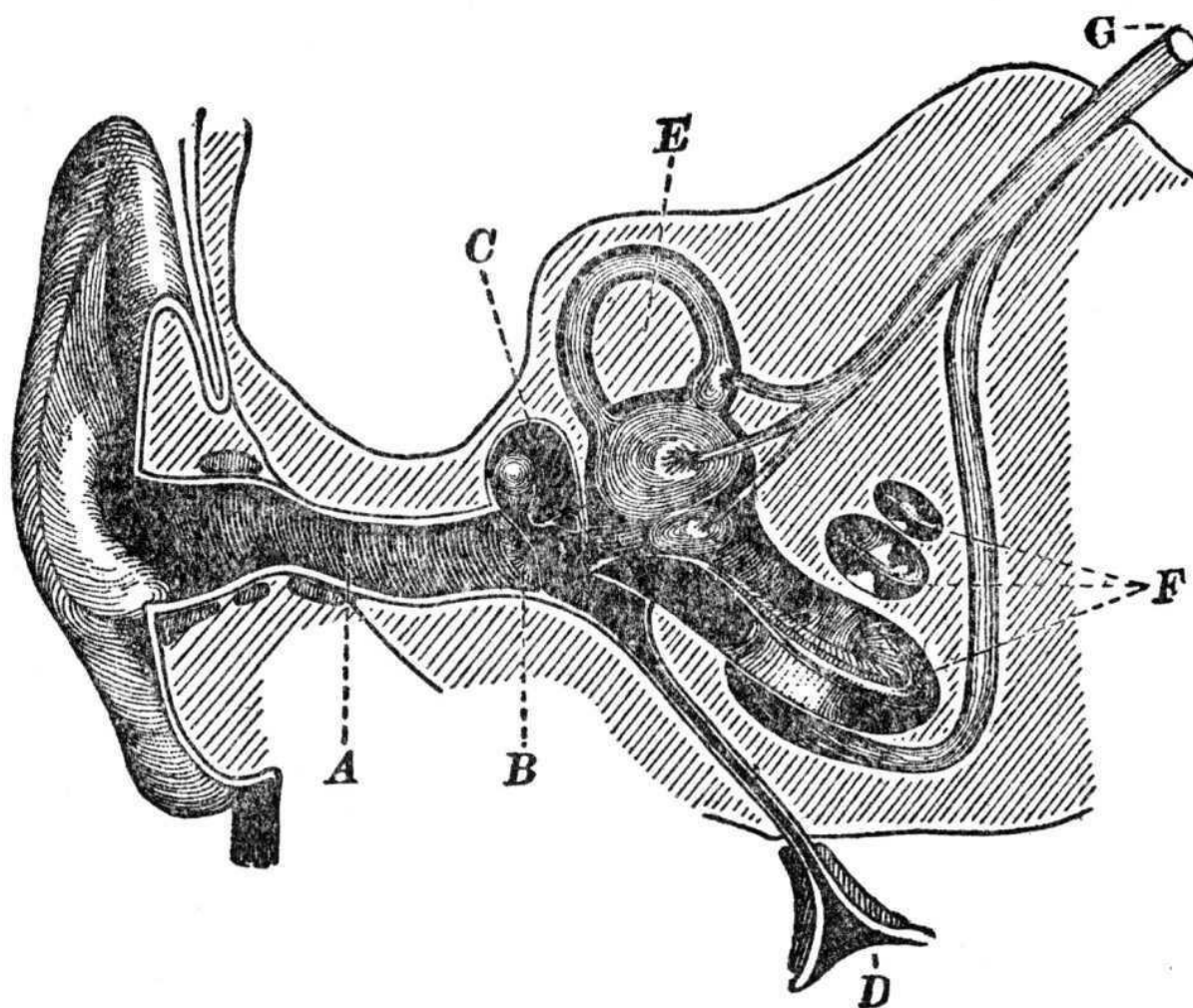


DIAGRAM OF THE EAR

A, auditory canal, leading to the eardrum *B*; *C*, cavity of the middle ear, communicating by the Eustachian tube with the throat *D* and containing the ear bones; *E*, semicircular canals; *F*, true hearing organ; *G*, auditory nerve. ("The Human Mechanism," by Hough and Sedgwick.)

[back](#)

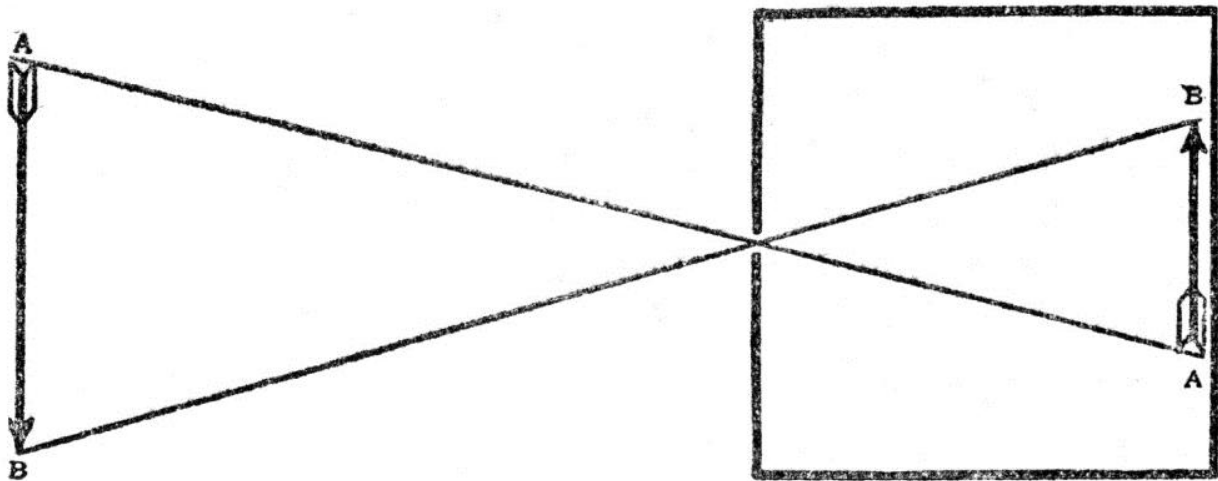
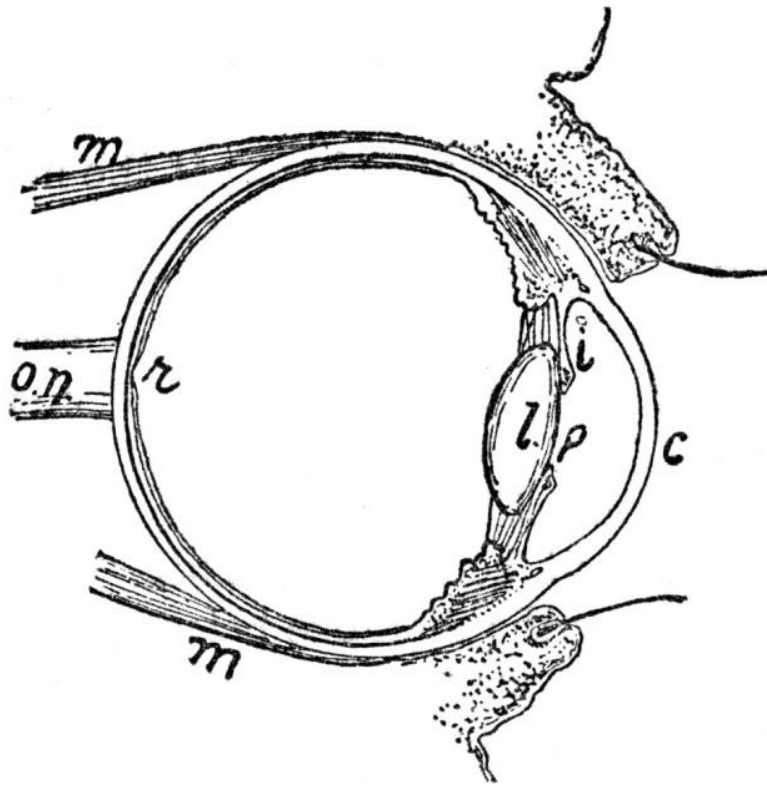


DIAGRAM OF A PINHOLE CAMERA

Showing how clear images can be formed by the use of a hole so small that only pencils of light can pass through it to strike on the screen at the back.

[back](#)



VERTICAL SECTION OF THE RIGHT EYE
AND ITS LIDS

c, cornea; *l*, crystalline lens, its margin shielded by *i*, iris; *p*, pupil; *r*, retina; *m*, muscles that move the eyeball; *o. n.*, optic nerve. (From "Human Physiology," Stiles.)

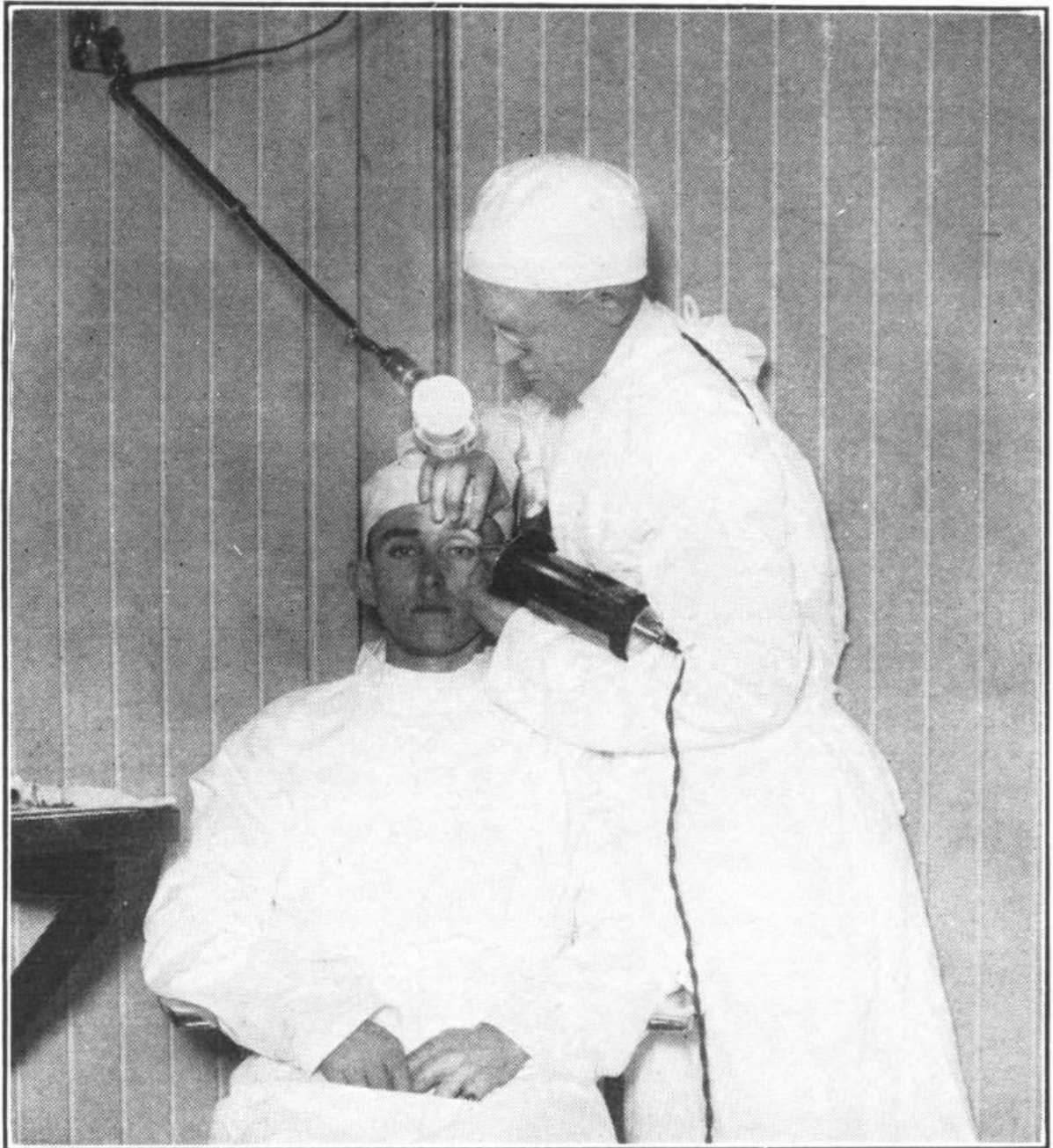
[back](#)



Photo, Fifth Avenue Hospital

SOFT, RESTFUL COLORS AND ATTRACTIVE SURROUNDINGS ARE CONDUCTIVE TO GOOD SPIRITS
AND THEREFORE TO HEALTH

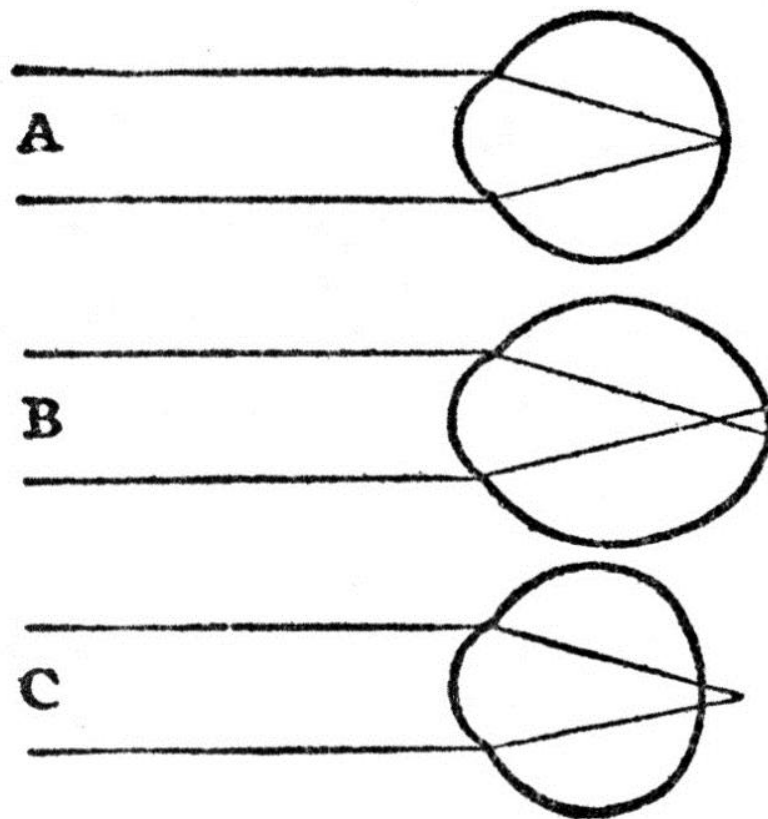
[back](#)



Copyright, Paul Thompson

THE MAGNET IS HERE PUT TO THE UNUSUAL
SERVICE OF REMOVING IRON FILINGS FROM
THE EYE

[back](#)



EYE LENS—NORMAL AND DEFECTIVE

A, normal eye ; B, myopic eye ; C, hyperopic eye
(From Martin's "Human Body")

[back](#)

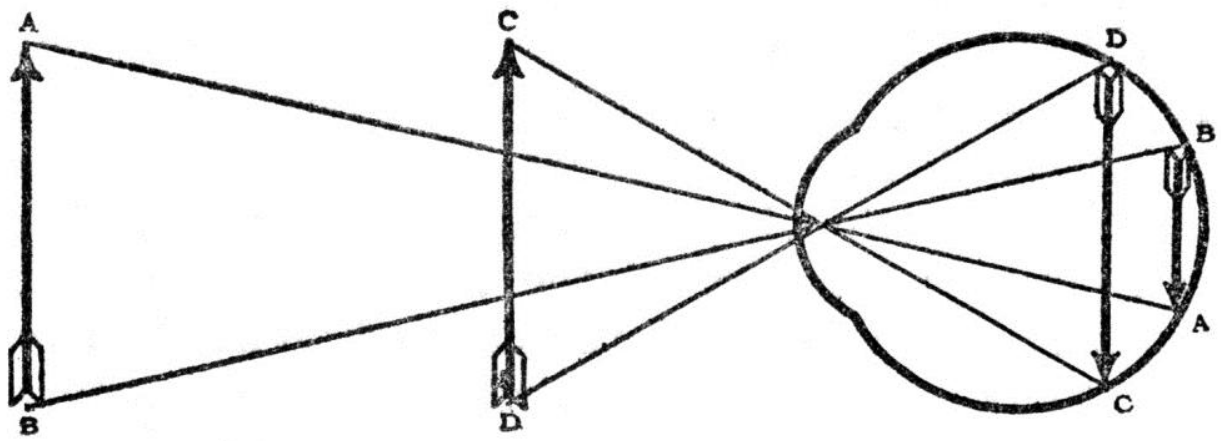
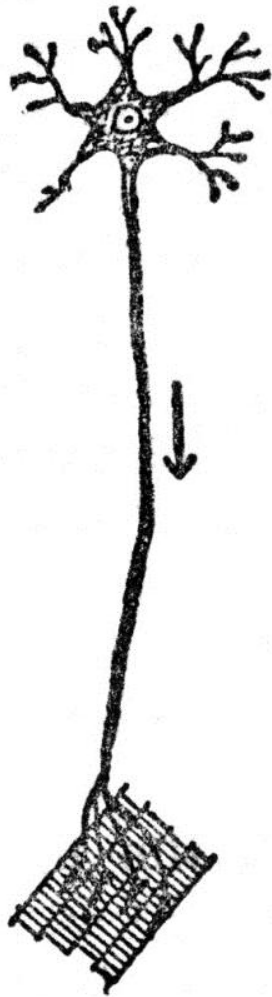
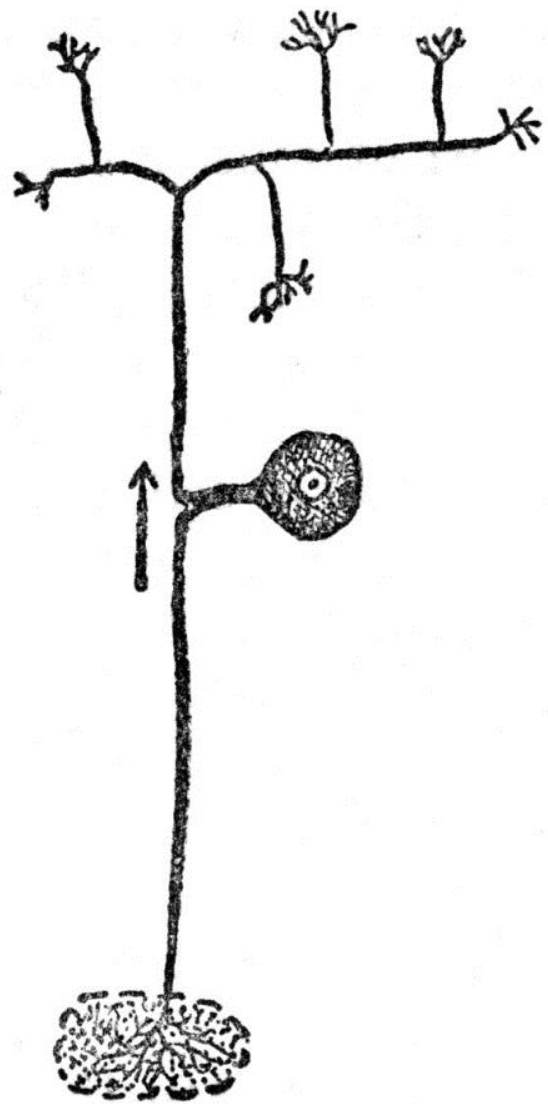


DIAGRAM SHOWING HOW DISTANCE AFFECTS
THE SIZE OF THE IMAGE

[back](#)



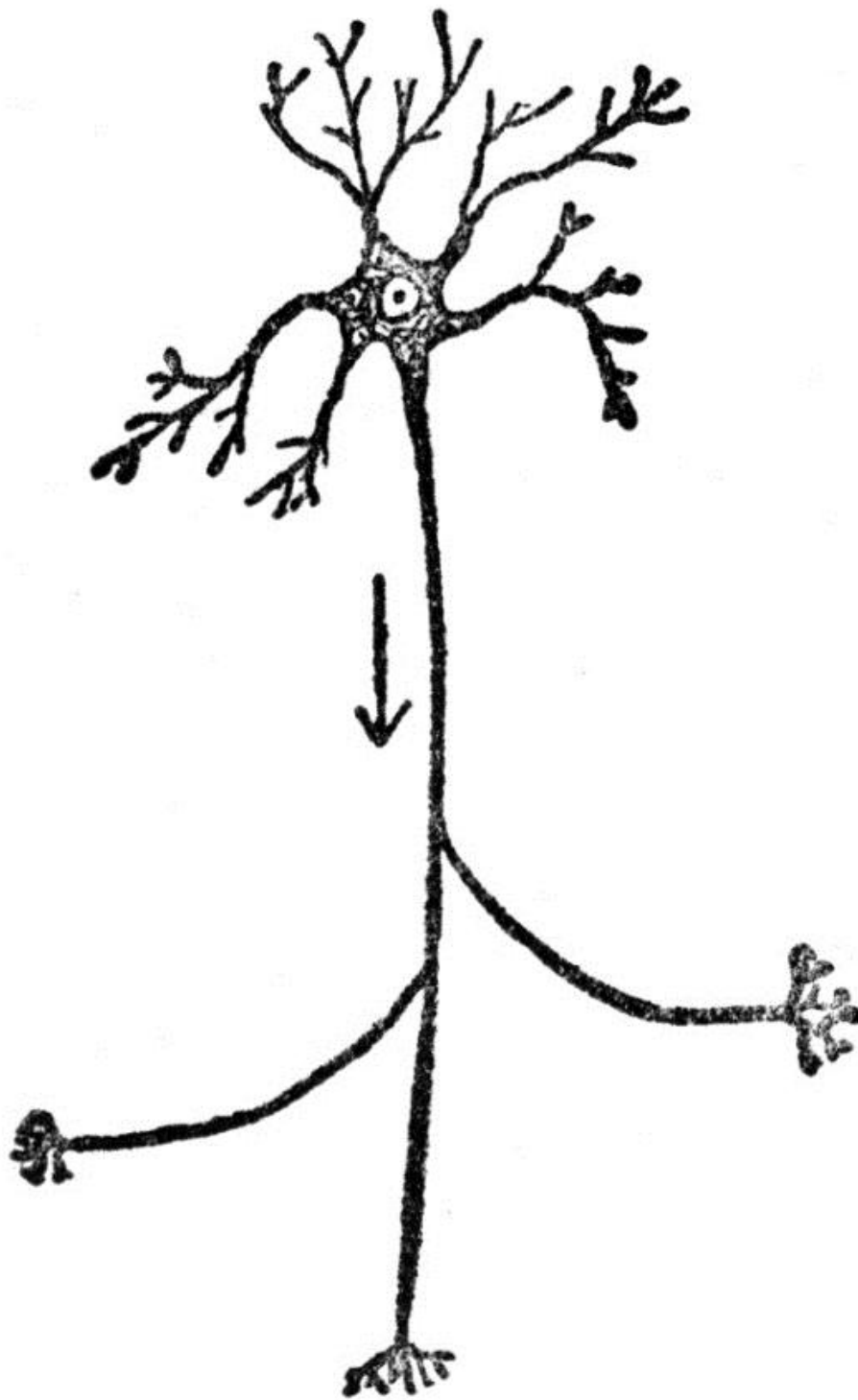
MOTOR NERVE CELL



SENSORY NERVE CELL

(From Martin's "Human Body")

[back](#)



CONNECTING NERVE CELL
(From Martin's "Human Body")

[back](#)

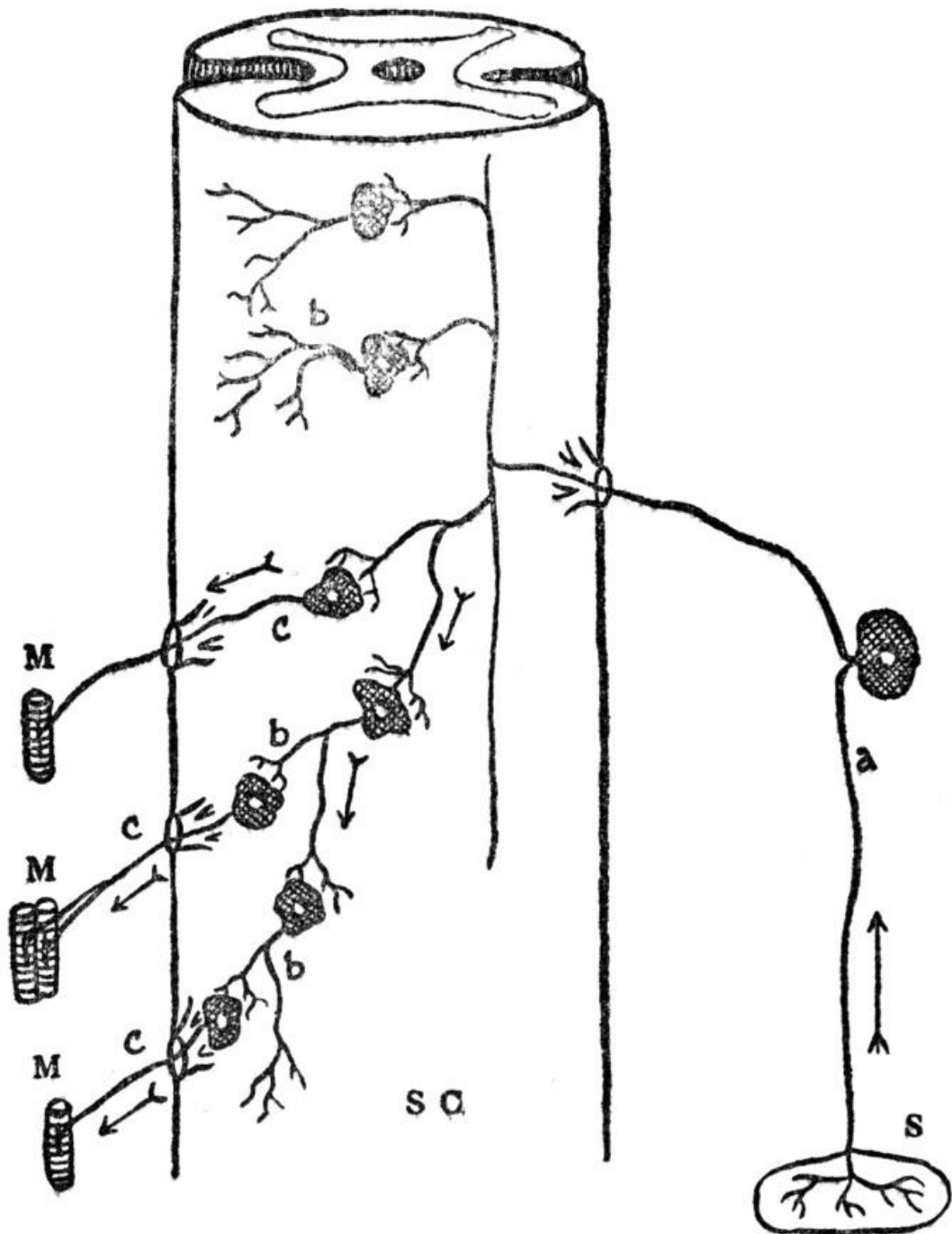
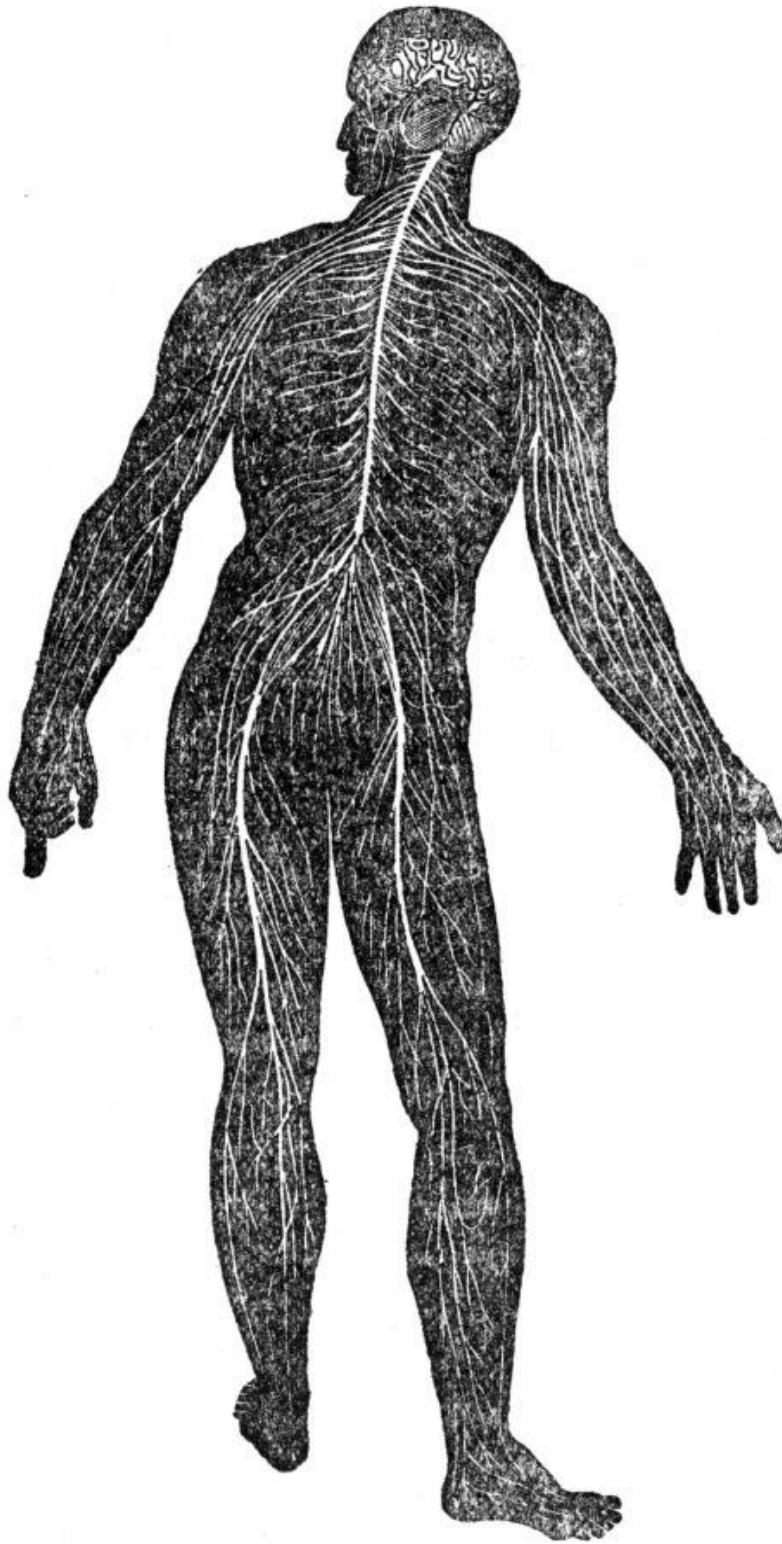


DIAGRAM OF NERVE CELL CONNECTIONS

S C, spinal cord; *S*, sense organ; *M*, muscle; *a*, sensory nerve cell;
b, connecting nerve cell; *c*, motor nerve cell

[back](#)



**DIAGRAM ILLUSTRATING THE GENERAL ARRANGEMENT
OF THE NERVOUS SYSTEM**

(From Martin's "Human Body")

[back](#)

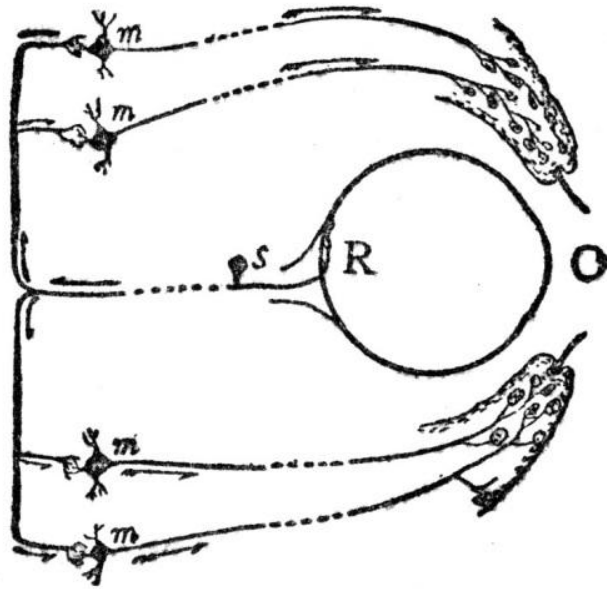


DIAGRAM ILLUSTRATING A REFLEX

An object *O* suddenly appears in front of the eye. Its image, formed on the retina *R*, a sense organ, starts impulses along the fibers of the sensory nerve cell *s*, which in turn stimulate the motor nerve cells *m*. These in turn stimulate the appropriate muscles of the eyelid, compelling a wink. (After Hough and Sedgwick, "The Human Mechanism.")

[back](#)

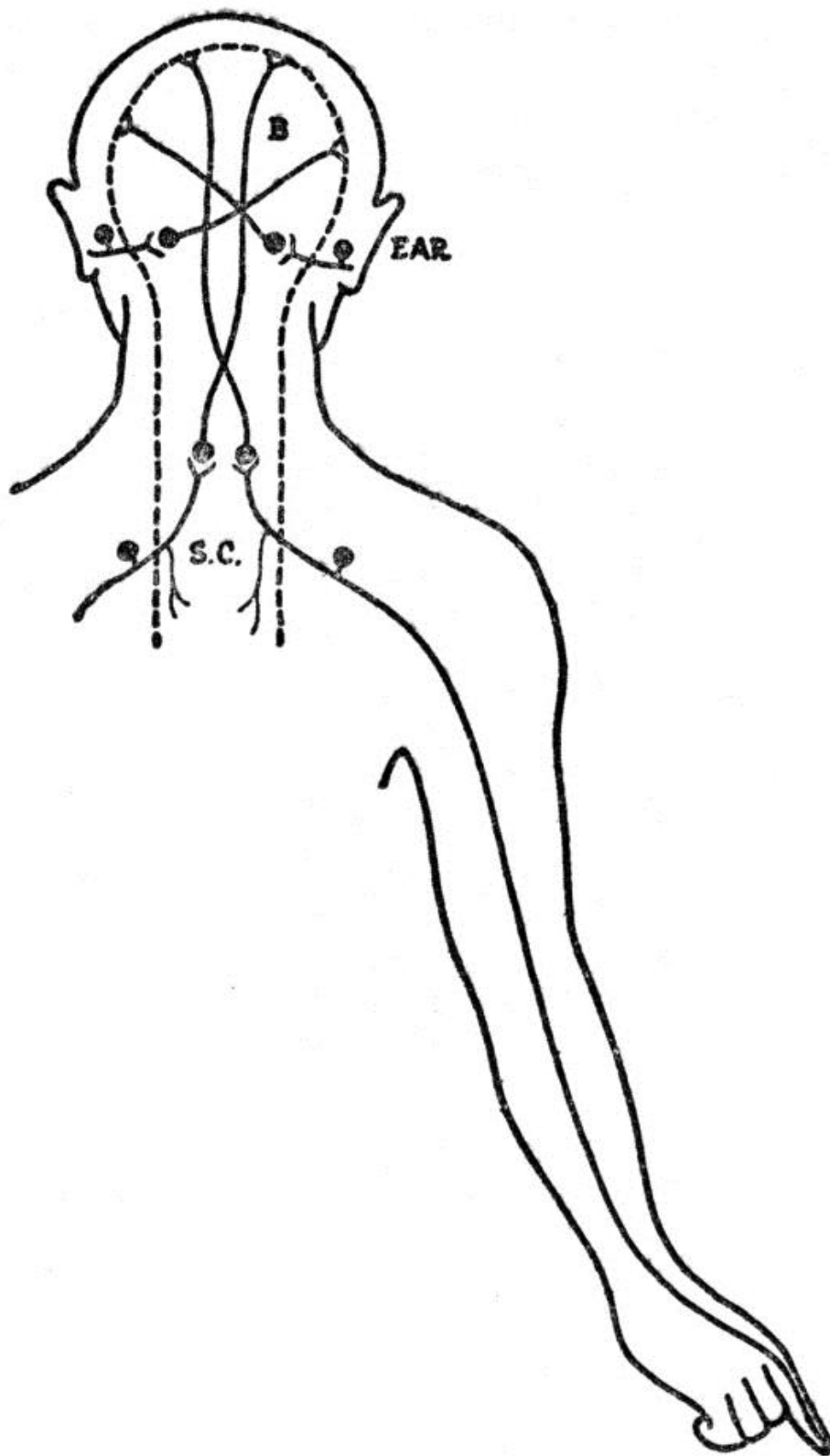
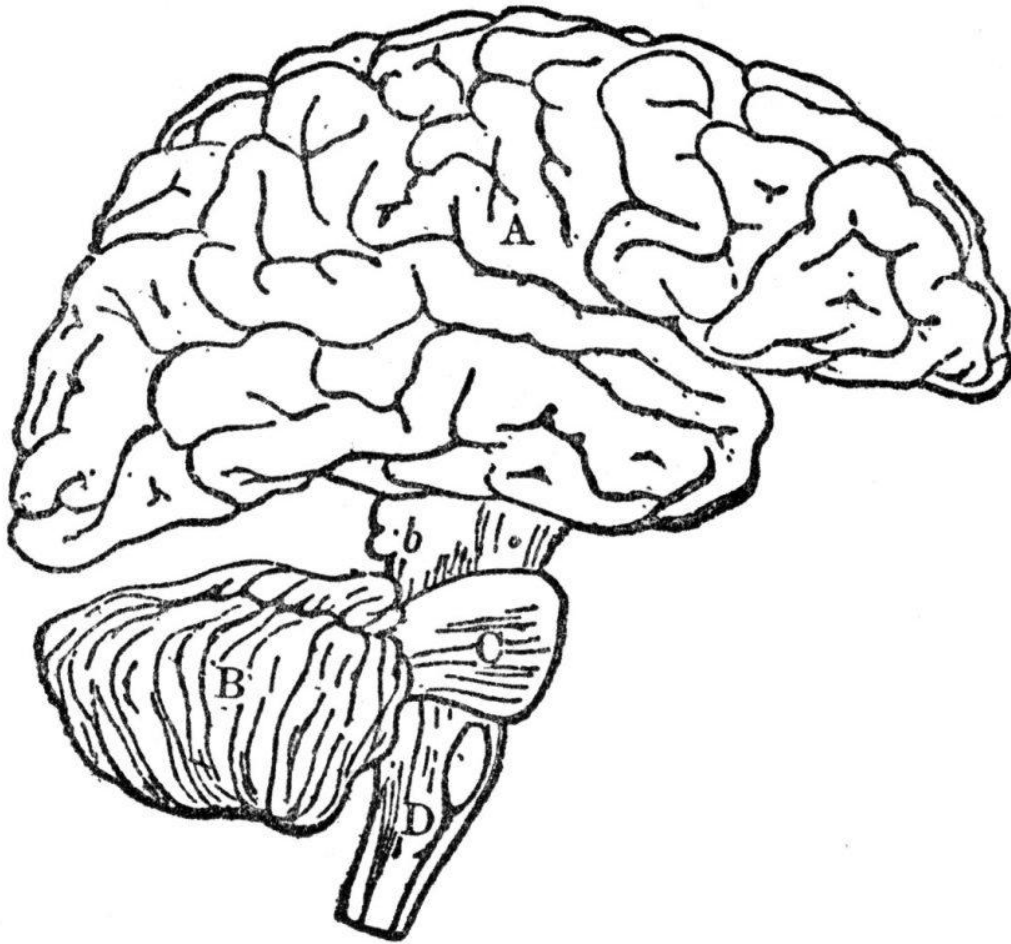


DIAGRAM OF NERVE PATHWAYS

B, brain ; *S. C.*, spinal cord

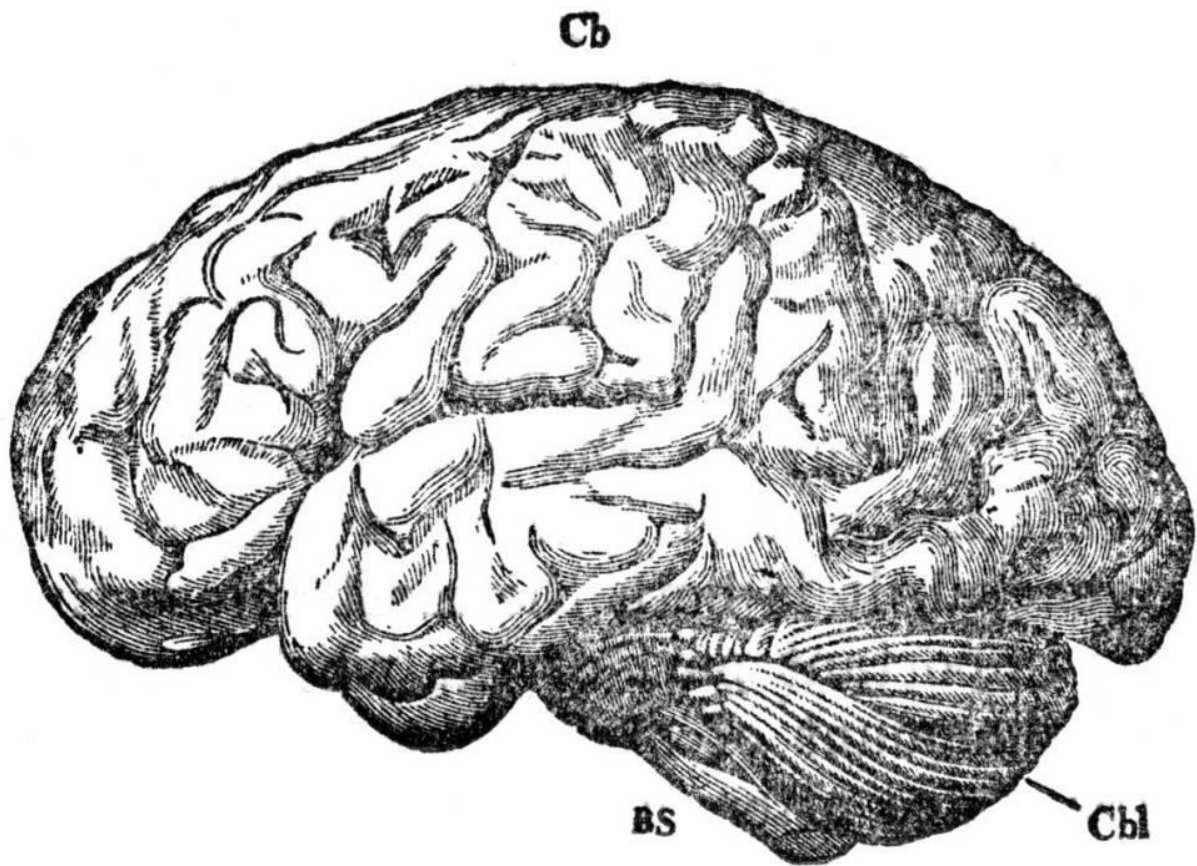
[back](#)



**DIAGRAM ILLUSTRATING THE GENERAL RELATIONSHIPS
OF THE PARTS OF THE BRAIN**

A, cerebrum ; *B*, cerebellum ; *b*, *C*, *D*, brain stem. (From Martin's
"Human Body")

[back](#)



THE BRAIN FROM THE LEFT SIDE

Cb, cerebrum ; *Cbl*, cerebellum ; *BS*, brain stem. (From
Martin's "Human Body")

[back](#)

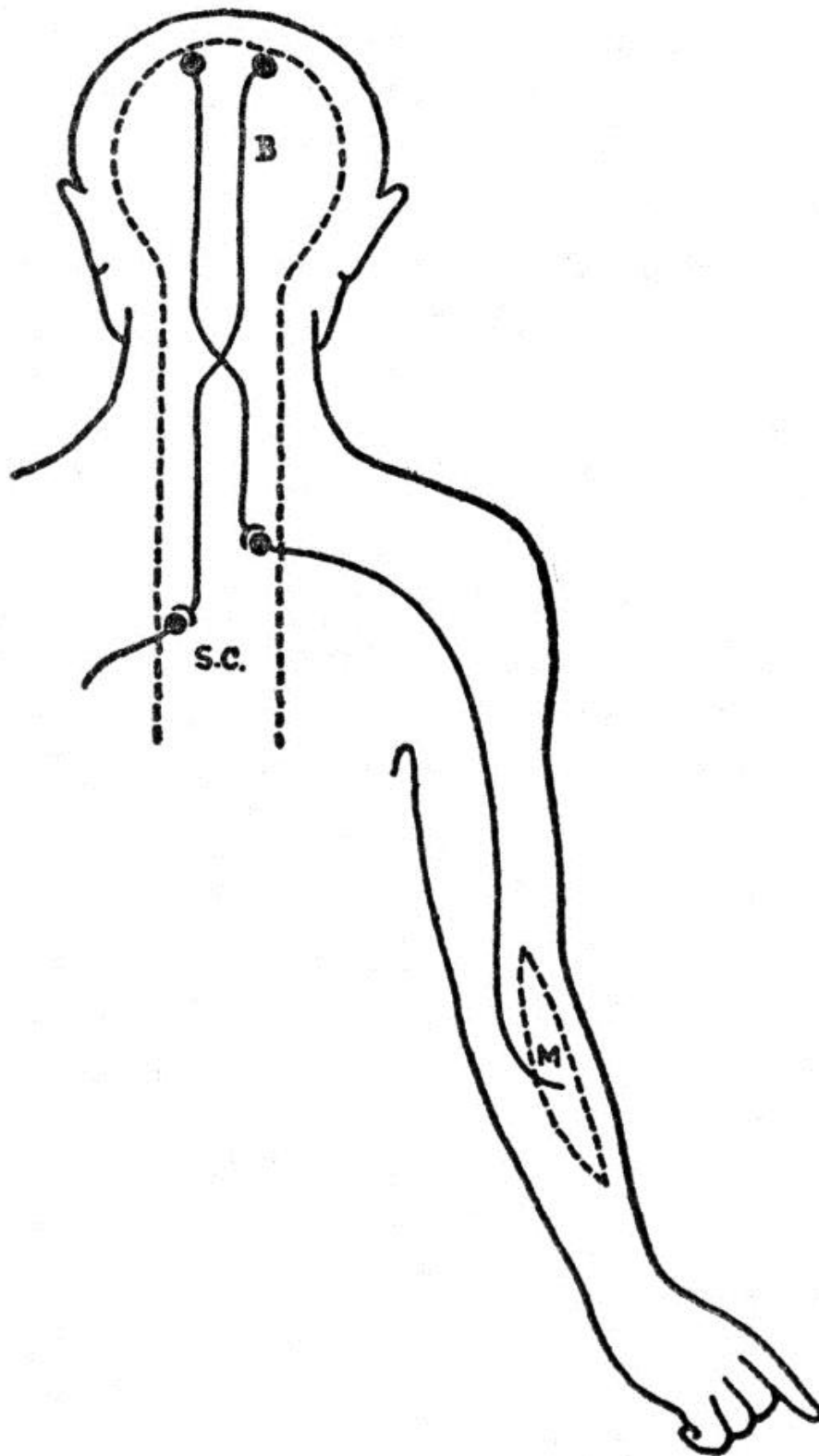
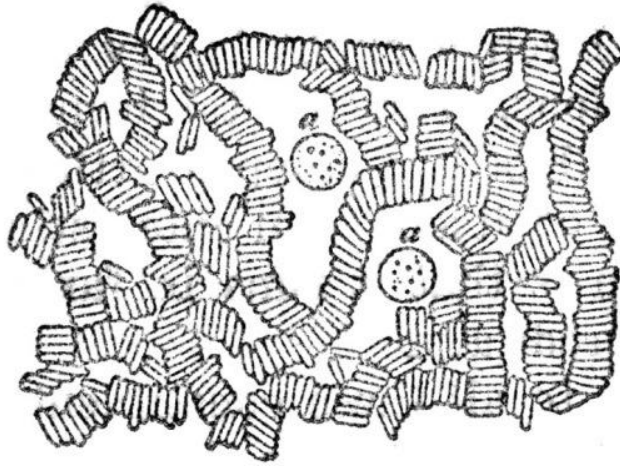


DIAGRAM OF MOTOR PATHWAY

B, brain ; *S. C.*, spinal cord ; *M*, muscle

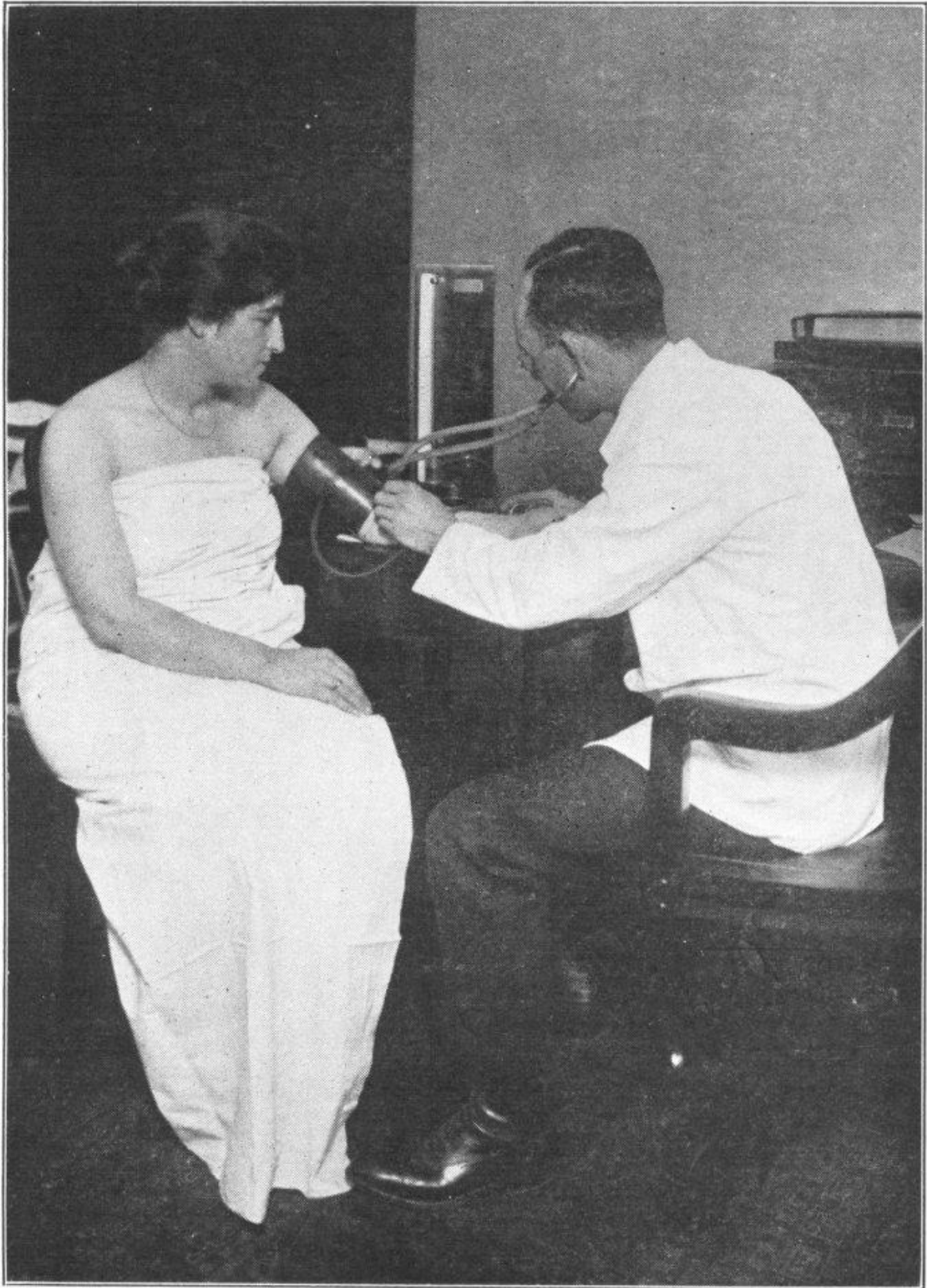
[back](#)



STRUCTURE OF A DROP OF BLOOD AS SEEN
UNDER THE MICROSCOPE

Two white (colorless) corpuscles *a* appear. The remainder are red corpuscles sticking together, forming *rouleaux*. (From Martin's "Human Body.")

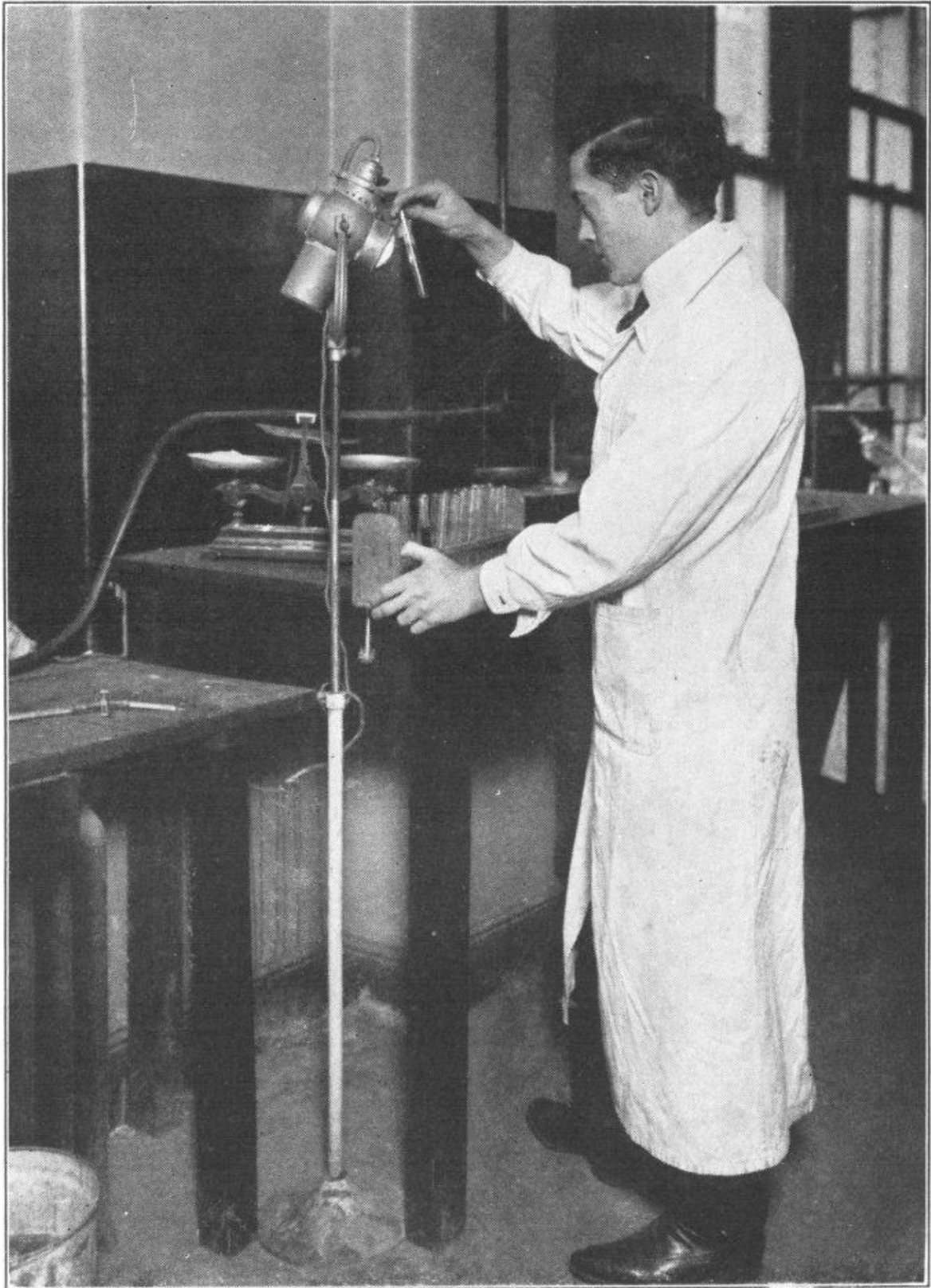
[back](#)



Photo, Paul Thompson

THE TEST FOR BLOOD PRESSURE

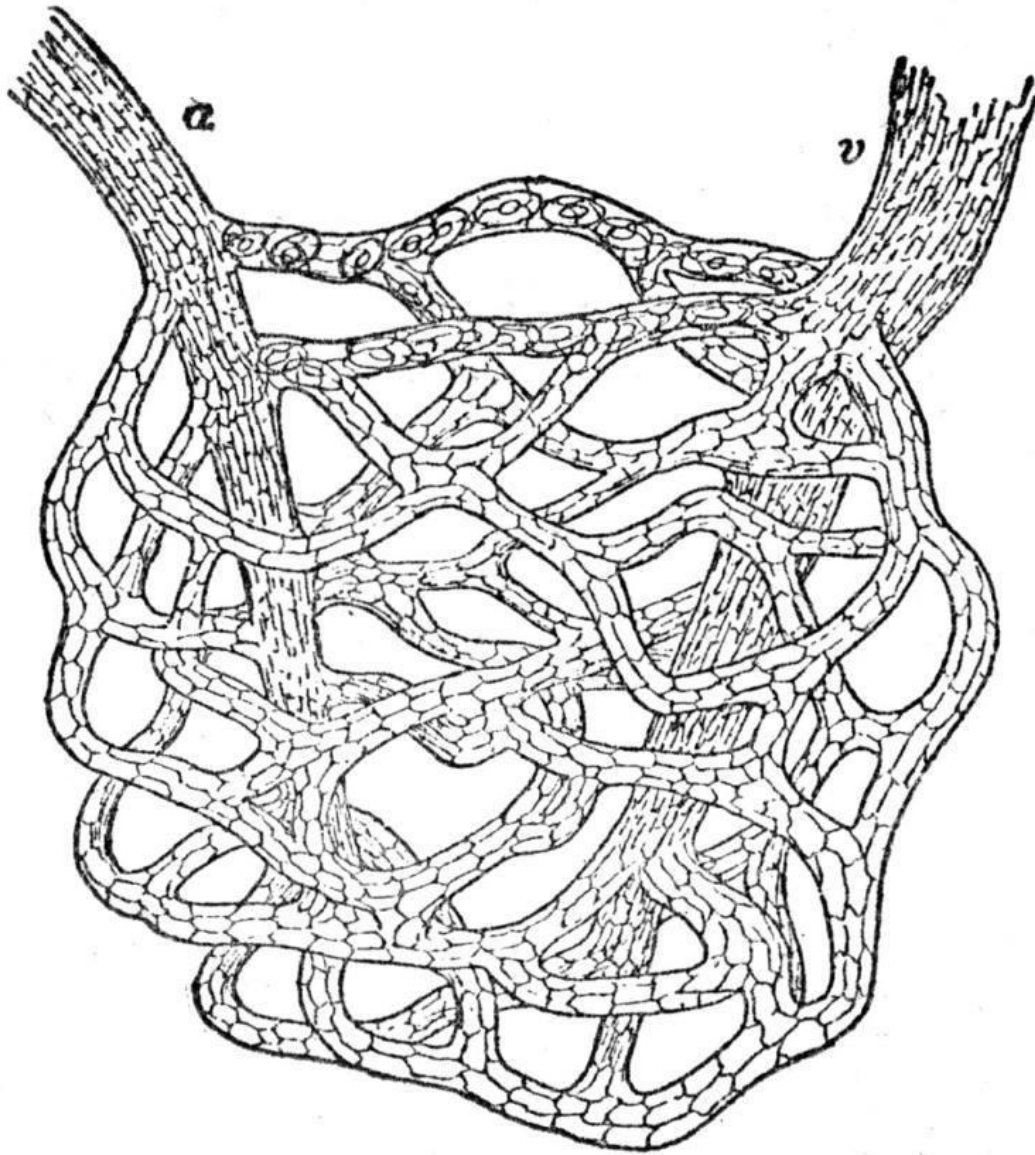
[back](#)



Photo, Paul Thompson

PART OF PROCESS OF URINALYSIS—INDICAN TEST

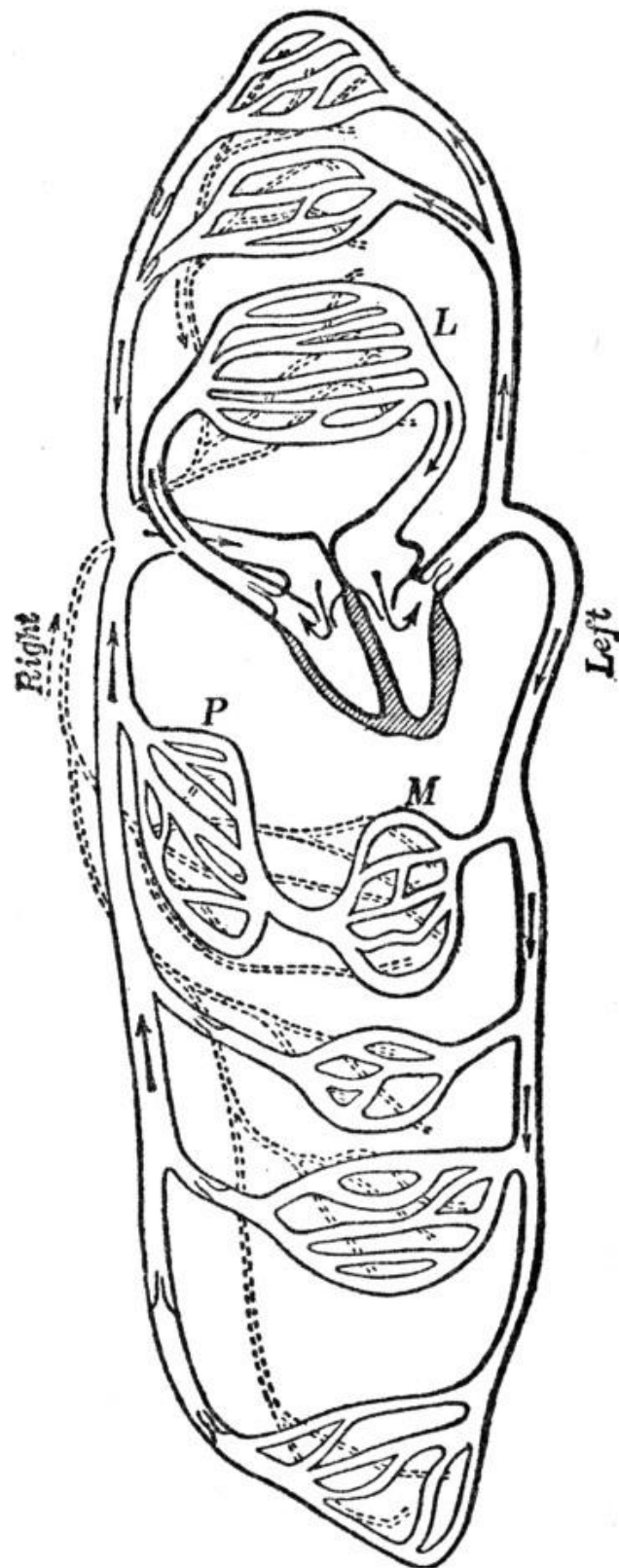
[back](#)



A NETWORK OF CAPILLARIES

The artery *a* and vein *v* (highly magnified). (From "The Human Mechanism," Hough and Sedgwick)

[back](#)



THE HEART AND BLOOD VESSELS DIA-
GRAMMATICALLY REPRESENTED

[back](#)

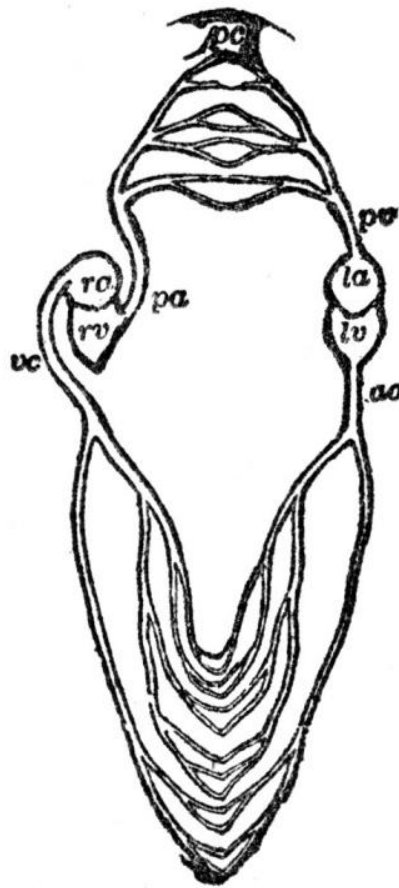
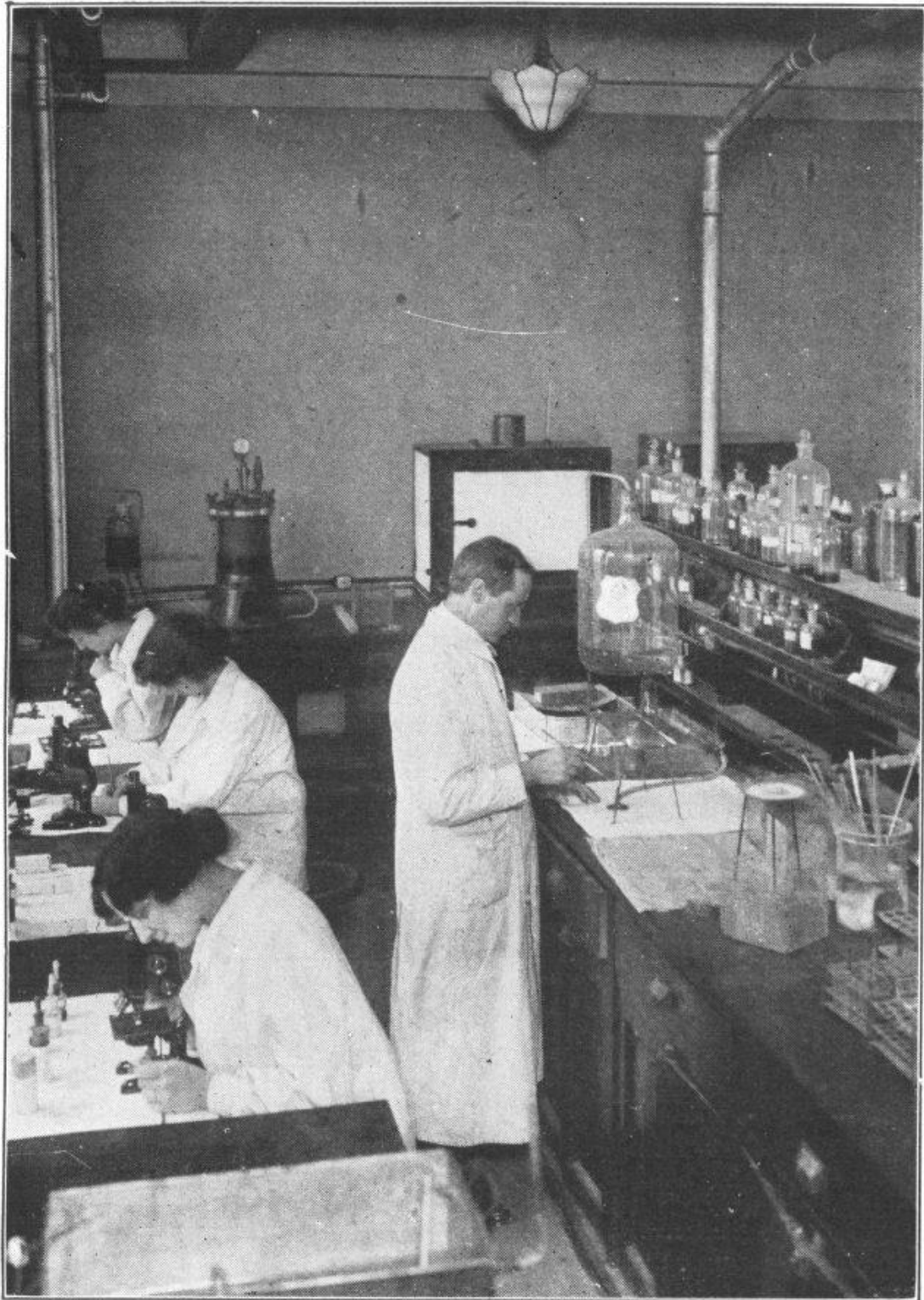


DIAGRAM SHOWING THE RELATION OF THE
TWO HALVES OF THE HEART

ra and *rv*, right auricle and ventricle; *la* and *lv*, left auricle and ventricle; *ao*, aorta; *vc*, venæ cavæ; *pa*, pulmonary artery; *pc*, pulmonary capillaries; *pv*, pulmonary vein. (Martin's "Human Body.")

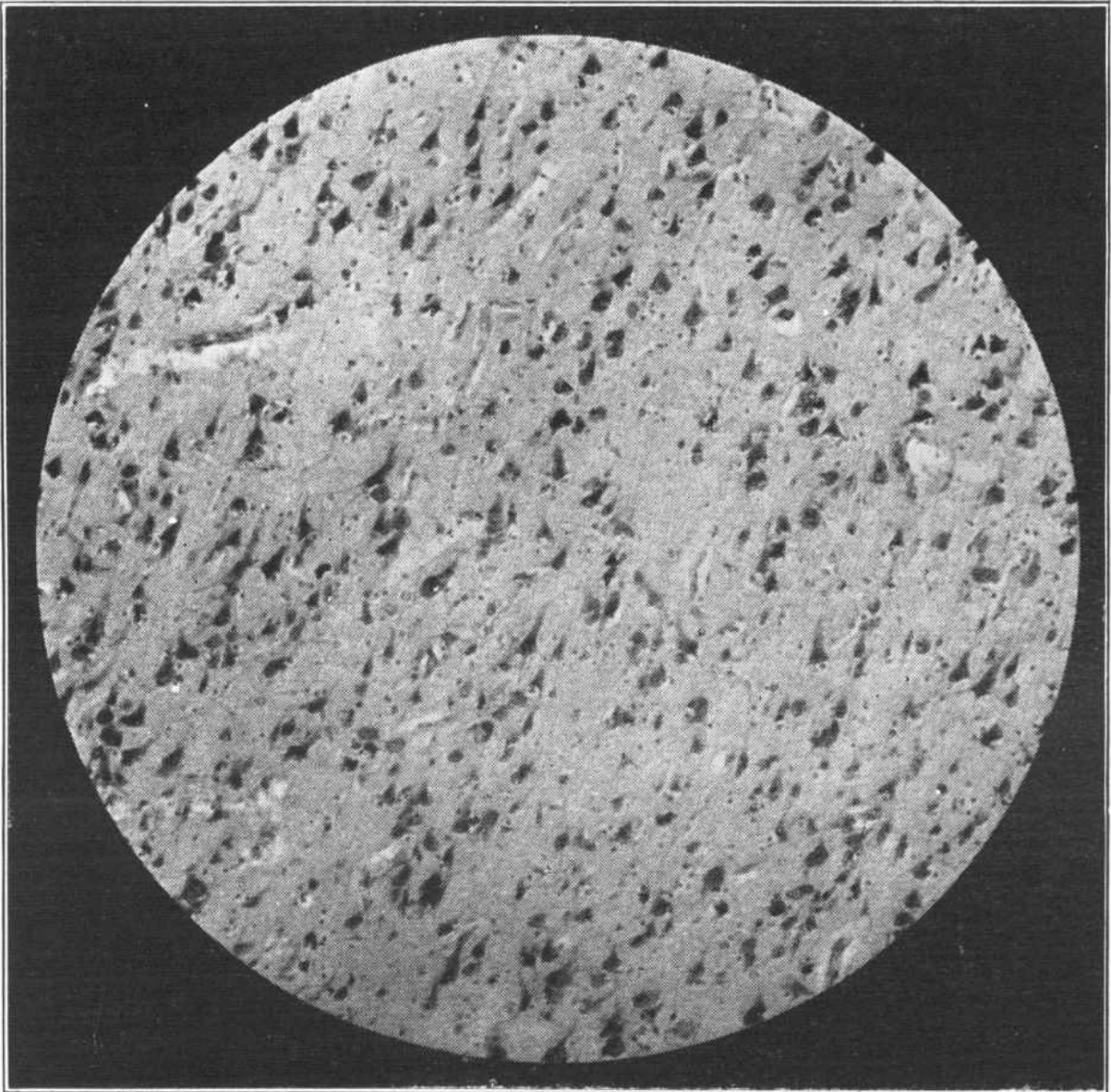
[back](#)



THE MICROSCOPE IS NECESSARY TO UNDERSTAND THE
STRUCTURE OF THE BODY

In this laboratory the workers are examining blood smears

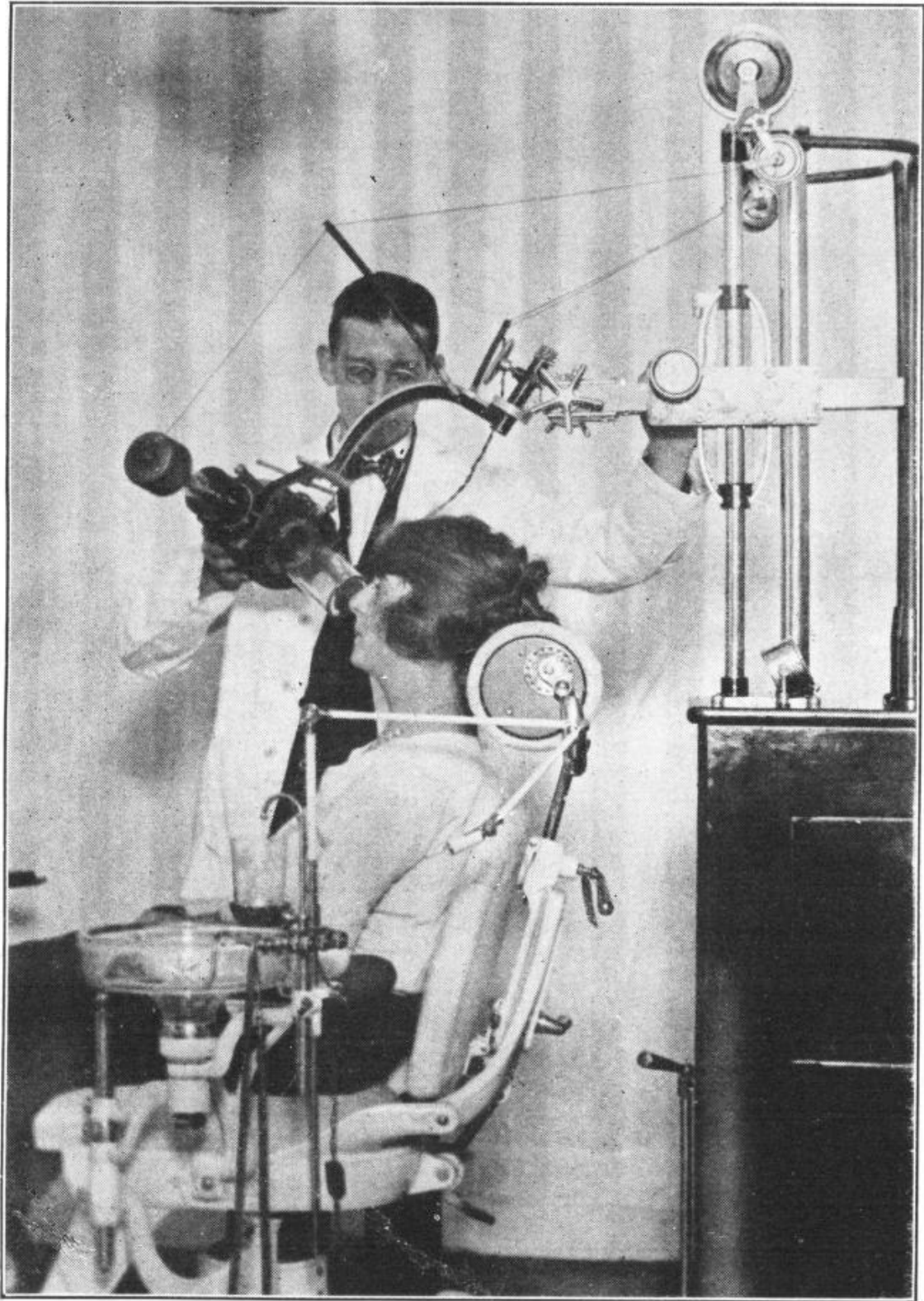
[back](#)



Photo, Cornell University Medical School

MICROPHOTOGRAPH OF BRAIN TISSUE

[back](#)



Copyright, Keystone View Co.
X-RAYING THE TEETH AND JAW. HEALTH OFTEN
DEPENDS ON THEIR GOOD CONDITION

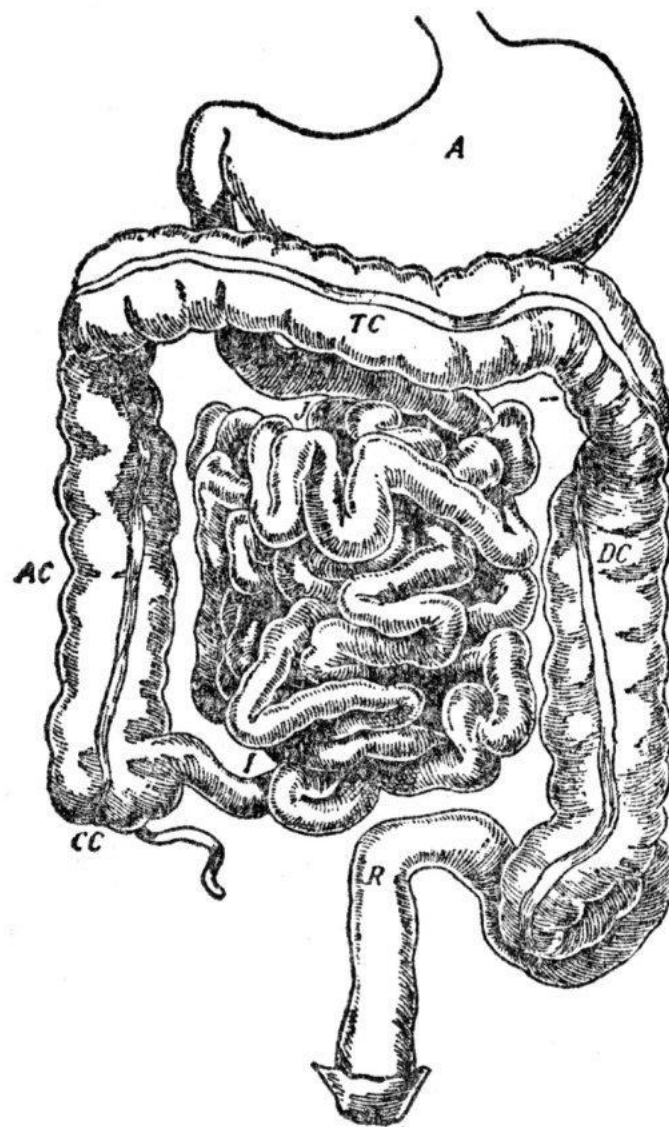
[back](#)



Photo, Paul Thompson

A THROAT EXAMINATION—IMPORTANT IN DETERMINING
PHYSICAL FITNESS

[back](#)



THE ALIMENTARY CANAL

A, stomach ; *J, I*, small intestine ; near *CC*, vermiform appendix ; *AC, TC, DC*, large intestine ; *R*, rectum. (Martin's "Human Body")

[back](#)

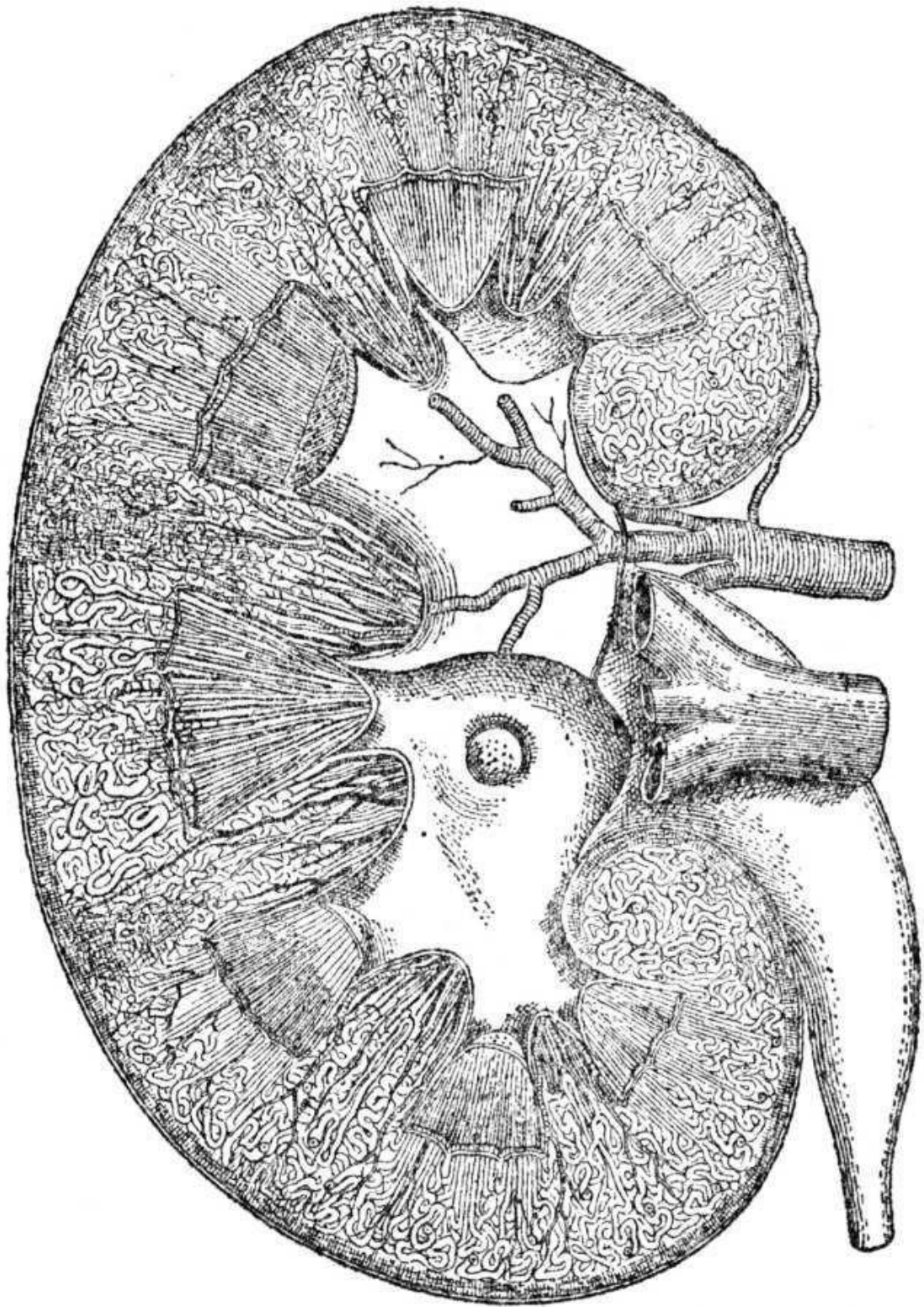


DIAGRAM OF KIDNEY
(From Martin's "Human Body")

[back](#)



Photo, Keystone View Co.

THE LUNCH HOUR IN A FRENCH SCHOOL WHERE EXERCISE, OUT-OF-DOOR LIFE, SUNSHINE AND FRESH AIR ARE CONSIDERED ESSENTIAL

[back](#)



Copyright, Paul Thompson

THE DIET KITCHEN ON A U. S. HOSPITAL SHIP

[back](#)

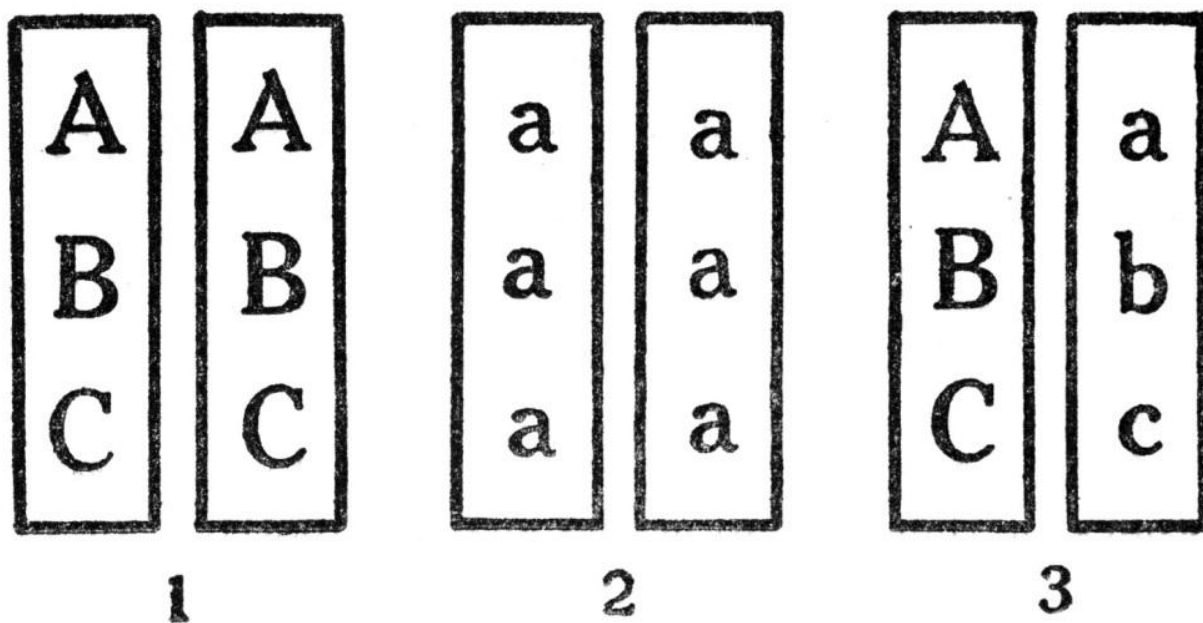
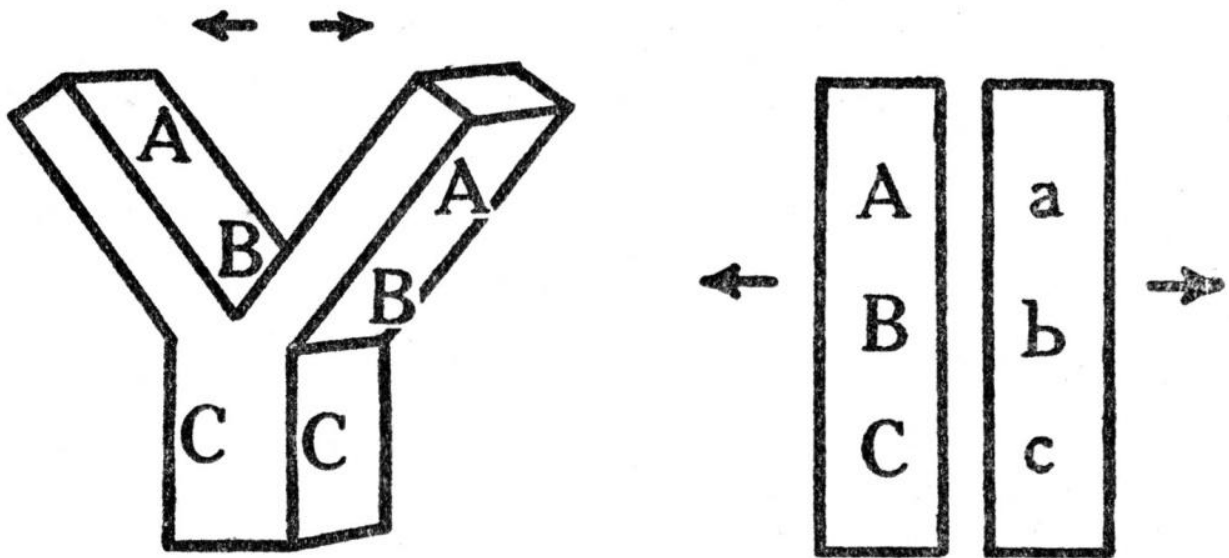


DIAGRAM ILLUSTRATING VARIOUS ARRANGEMENTS OF DETERMINERS IN A SINGLE CHROMOSOME PAIR

1 and 2, Pure ; 3, Hybrid.

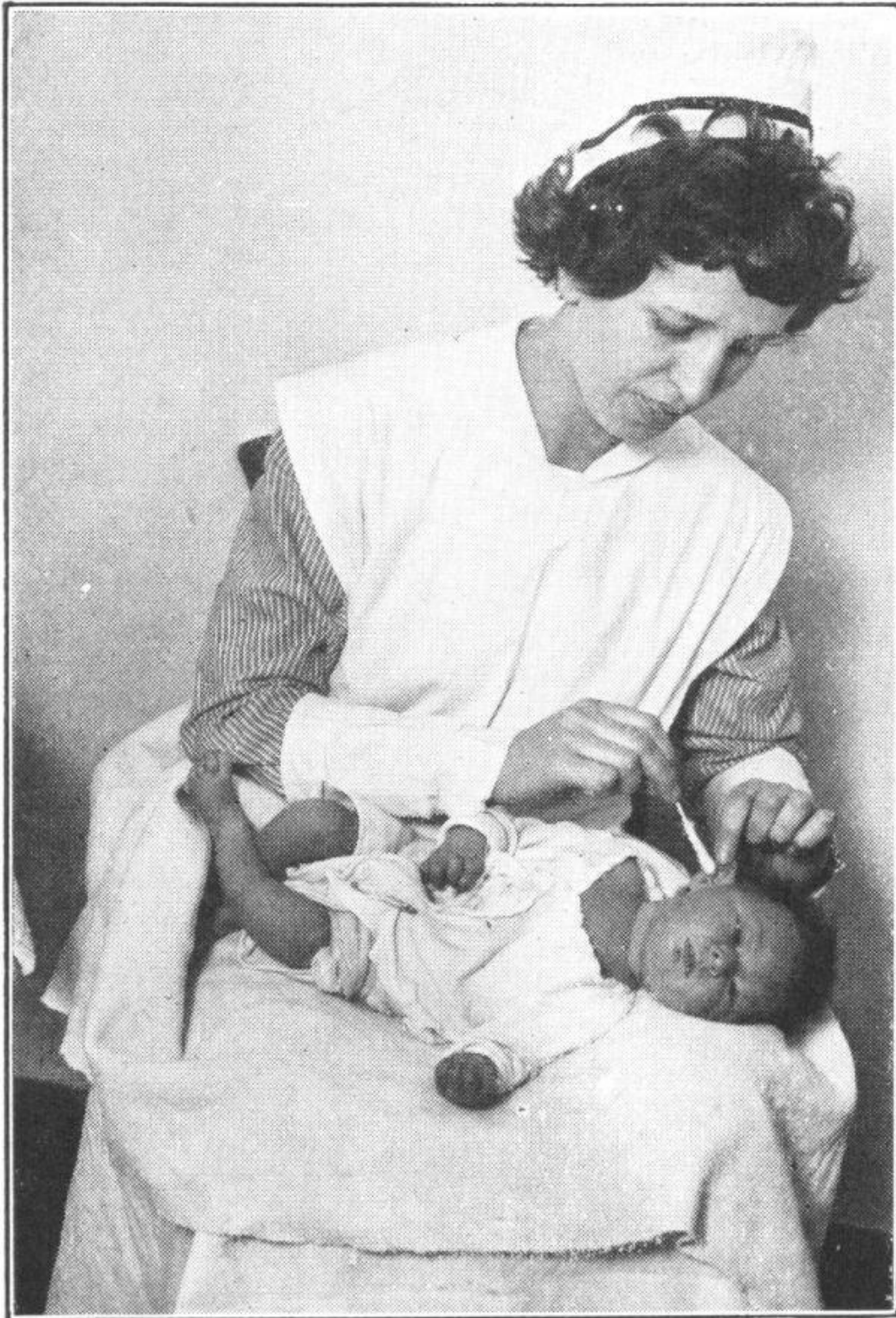
[back](#)



CHROMOSOMES IN CELL DIVISION

Figure 1, chromosome splitting in ordinary cell division, in which each determiner splits in half, contrasts with Figure 2, reduction division, in which the chromosomes of the pair are simply pulled apart.

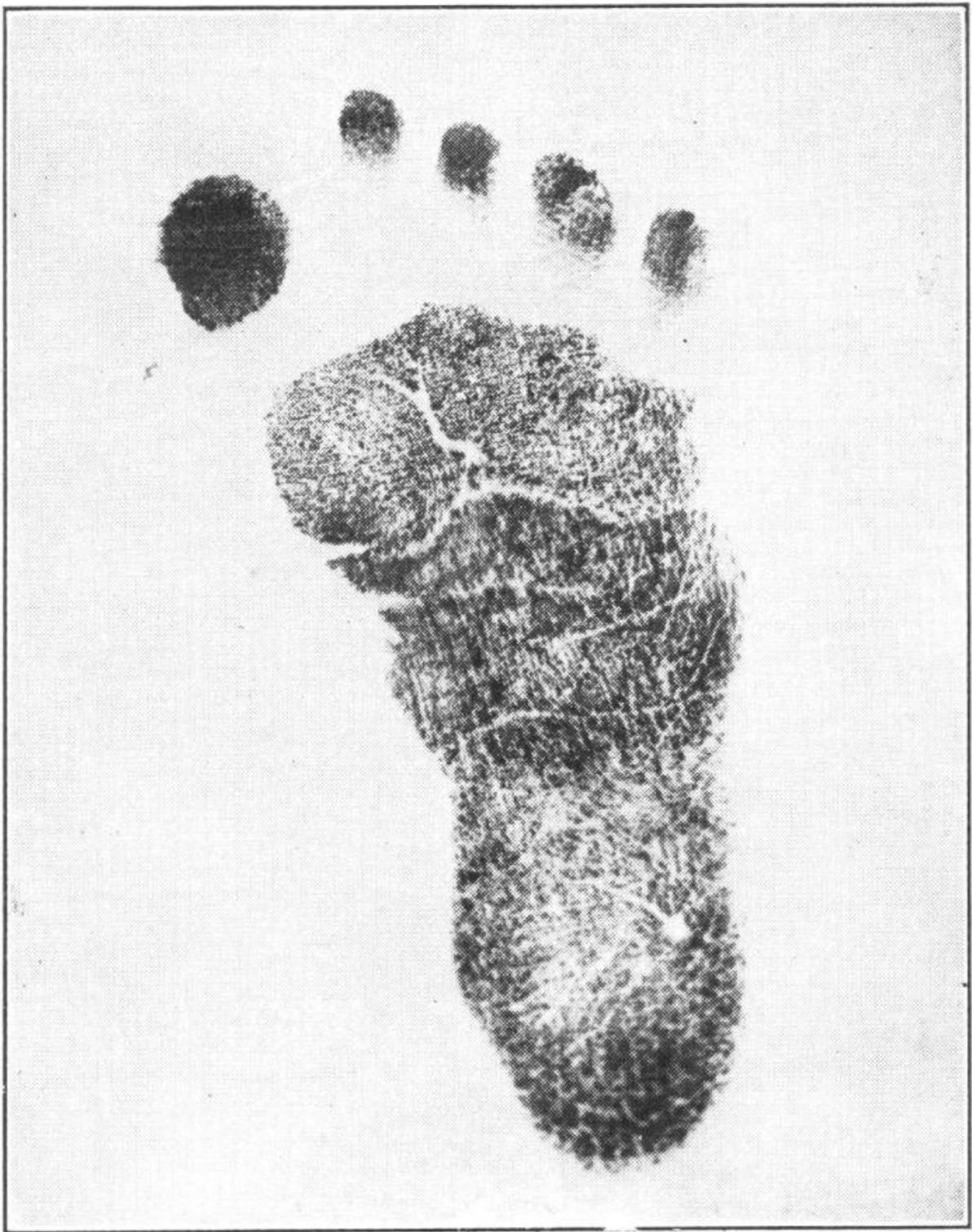
[back](#)



CARING FOR THE BABY'S EARS

Important for adults and babies alike

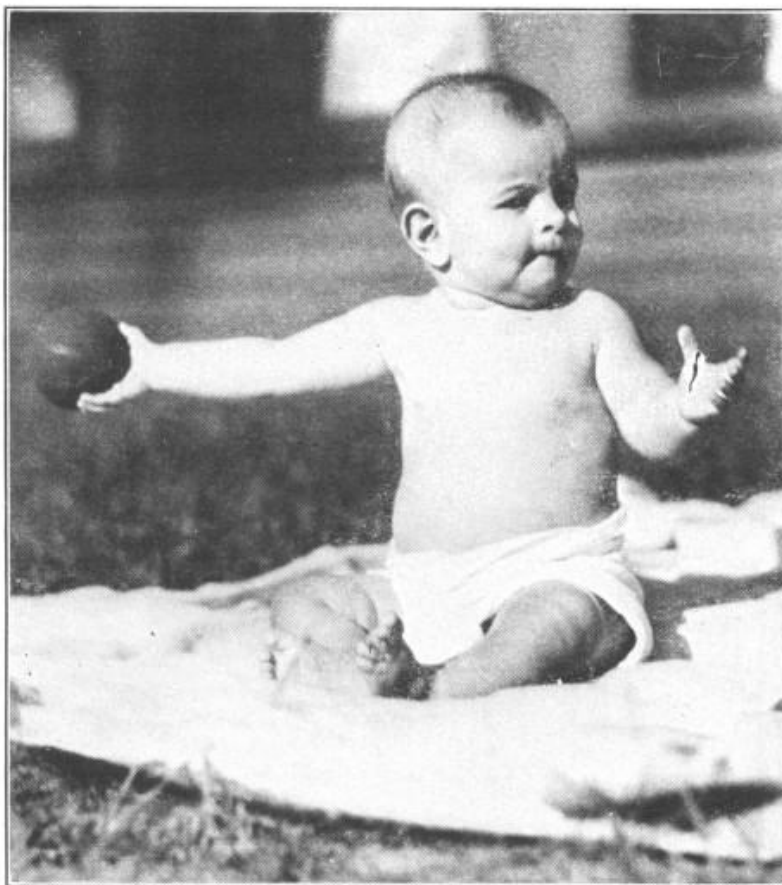
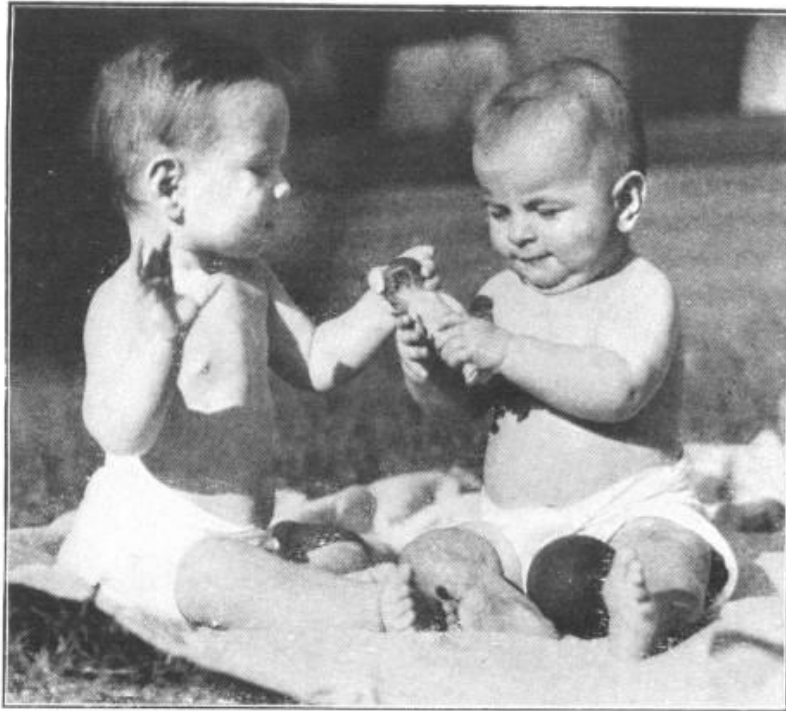
[back](#)



THE BABY'S FOOTPRINT

A means of positive identification

[back](#)



BABIES PHYSICALLY AND MENTALLY ACTIVE
[back](#)